



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

**“MODELO DE SEMAFORIZACIÓN VIAL Y PEATONAL PARA MITIGAR
ACCIDENTES DE TRÁNSITO, APLICANDO TODO EN ROJO; PARA LA AV.
INCA GARCILASO DE LA VEGA E INTERSECCIONES – CIUDAD DE LIMA”**

LINEA DE INVESTIGACION:

**COMPETITIVIDAD INDUSTRIAL, DIVERSIFICACION PRODUCTIVA Y
PROSPECTIVA**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA DE TRANSPORTES

AUTOR:

LARIOS ROJAS, CARLOS AGUSTÍN

ASESOR:

KASENG SOLIS, FREDY LIZARDO

JURADO:

DR. COVEÑAS LALUPU, JOSE

DRA. RAMOS VERA, JUANA ROSA

DR. JAVE NAKAYO, JORGE LEONARDO

LIMA - PERU

2021

DEDICATORIA:

A mi familia, en especial a mis padres Carlos Calixto Larios Piscoya y Consuelo Evelina Rojas Mendivil, fueron la fuerza y corrección siempre de mis actos, que Dios los tenga en su gloria y solo pedirles que cuiden mi camino.

AGRADECIMIENTO:

A la Universidad Nacional Federico Villarreal por darme la oportunidad de estudiar y ser profesional.

Agradecer a los docentes de la EUPG, por sus consejos, que ayudaron a formarme como persona y profesional. Y por supuesto, el agradecimiento más profundo y sentido va para mi familia. Sin su apoyo, colaboración e inspiración habría sido imposible llevar a cabo esta dura tarea. A mis padres, por su ejemplo y honestidad, paciencia, inteligencia y generosidad, a mis hermanos y amigos que me ayudaron en la realización de esta investigación.

ÍNDICE

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	9
1.3.1. Problema General.	9
1.3.2. Problemas Secundarios.....	9
1.4. ANTECEDENTES	10
1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	13
1.5.1. Justificación	13
1.5.1.1. <i>Justificación Teórica.</i>	14
1.5.1.2. <i>Justificación Práctica.</i>	14
1.5.1.3. <i>Metodológica.</i>	15
1.5.1.4. <i>Social</i>	15
1.5.2. Importancia de la Investigación.....	15
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.6.1. Limitación Espacial.	16
1.6.2. Limitación Temporal.	16
1.6.3. Limitación Social.....	17
1.7. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.7.1. Objetivo General.....	17
1.7.2. Objetivos Específicos.	18
1.8. HIPÓTESIS Y VARIABLES	18
1.8.1. Hipótesis.	18
1.8.1.1. <i>Hipótesis Principal</i>	18
1.8.1.2. <i>Hipótesis Secundarias.</i>	18

1.8.2. Variables.....	19
1.8.2.1. <i>De la Hipótesis Principal</i>	19
1.8.2.2. <i>De las Hipótesis Secundarias</i>	19
II. MARCO TEÓRICO	20
2.1. ANTECEDENTES	20
2.1.1. Libro Blanco.....	20
2.1.2. Transporte Urbano de Lima Metropolitana - Perú.....	28
2.1.3. Consecuencia del Caos del Transporte sobre la Población usuaria de la Vía.....	29
2.2. BASES TEÓRICAS	30
2.2.1. Características Generales de Transporte.....	30
2.2.1.1. <i>Características</i>	30
2.2.1.2. <i>El papel de los transportes</i>	32
2.2.1.3. <i>Modelo de simulación en redes viales y de transporte</i>	34
2.2.2. Informe Sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial.....	34
2.2.2.1. <i>Análisis de confiabilidad y seguridad del sistema de transporte</i>	36
2.2.3. Seguridad Vial	36
2.2.4. Estado Actual de la Seguridad Vial en el Perú	40
2.2.5. Velocidad.....	41
2.2.5.1. <i>Tipos de velocidad</i> :.....	41
2.3. BASE TECNOLÓGICA	45
2.3.1. Synchro 8.0.....	45
2.3.2. Nivel de servicio (LOS).....	49
2.4. ENFOQUES CONCEPTUALES EN EL DISEÑO APLICADO	52
2.4.1. Procedimiento de Aplicación.....	52
2.4.2. Intensidad y Densidad.....	56
2.4.2.1. <i>Intensidad</i>	56
2.4.2.2. <i>Densidad</i>	57
2.4.2.3. <i>El volumen</i>	58
2.4.3. Variación de Volumen de Tránsito	60
2.4.3.1. <i>En la hora de máxima demanda</i>	60
2.4.3.2. <i>Variación horaria del volumen de tránsito</i>	62
2.4.3.3. <i>Variación diaria del volumen de tránsito</i>	62

2.4.3.4. <i>Variación mensual del volumen de tránsito.</i>	63
2.5. DEFINICIÓN DE TERMINOS BASICOS	63
III.- MÉTODO	66
3.1. TIPO-NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN	66
3.1.1. Tipo de Investigación.....	66
3.1.2. Nivel de Investigación	67
3.1.3. Diseño de Investigación.....	67
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	67
3.2.1. Universo.....	67
3.2.2. Tamaño Muestral	68
3.2.3. Muestreo	69
3.3. ESTRATEGIA DE HIPOTÉISIS	70
3.3.1. Hipótesis Nula Principal.	70
3.3.2. Hipótesis Nulas Secundarias.....	70
3.4. TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS	70
3.5. TÉCNICAS e INSTRUMENTOS USADOS	71
3.6. PROCESAMIENTOS DE DATOS	72
3.7. DISEÑO ESTADÍSTICO	72
3.7.1. Tipo de Experimento.....	73
IV. RESULTADOS	74
4.1. ANÁLISIS SITUACIONAL	74
4.1.1. Sentidos de Circulación de Tránsito	74
4.1.2. Censos Directivos y Selectivos del Tránsito Vehicular.....	75
4.1.2.1. <i>Aforos vehiculares</i>	76
4.2. MODELAMIENTO	82
4.2.1. Escenario Vehicular	82
4.2.2. Escenario Peatonal	85
4.2.3. Modelamiento del Escenario Actual.....	95
4.2.3.1. <i>Input</i>	95
4.2.3.2. <i>Calibración</i>	99
4.2.3.3. <i>Resultados</i>	100
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	103

5.1. INPUT.	103
5.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.	103
VI. CONCLUSIONES.....	106
VII. RECOMENDACIONES	108
VIII. REFERENCIAS	109
8.1. TEÓRICAS	109
8.2. TESIS	109
8.3. REFERENCIAS ELECTRÓNICAS	109

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Vista de planta de la intersección Av. Bolivia y Av. Garcilaso de la Vega.....	05
Figura 2 Vista de panorámica de la intersección Av. Bolivia y Av. Garcilaso de la Vega.....	06
Figura 3 Giro a la Izquierda de Av. Bolivia a Av. Garcilaso de la Vega.....	06
Figura 4 Giro a la Izquierda de Av. Bolivia a Av. Garcilaso de la Vega.....	07
Figura 5 Giro a la Izquierda de Av. Garcilaso de la Vega a Av. Bolivia.....	07
Figura 6 Giro a la Izquierda de Av. Garcilaso de la Vega a Av. Bolivia.....	08
Figura 7 Giro a la Derecha de Av. Bolivia a Av. Garcilaso de la Vega.....	08
Figura 8 Giro a la Derecha de Av. Bolivia a Av. Garcilaso de la Vega.....	09
Figura 9 Medida de la velocidad.....	43
Figura 10 Sentidos de circulación circundante al área de influencia	75
Figura 11 Formulario de Campo (FC- 01 FLUJOS VEHICULARES)	79
Figura 12 Flujograma de la Av. Garcilaso de la Vega– Av. Bolivia	84
Figura 13 Composición vehicular	85
Figura 14 Flujo vehicular expresado en base los sentidos de origen y destino (UCP)	85
Figura 15 Volumen vehicular expresado en UCP.....	86
Figura 16: Análisis peatonal intersección hora punta noche en la A. Garcilaso de la Vega-Av. Bolivia	87
Figura 17: Comportamiento del tránsito peatonal la A. Garcilaso de la Vega-Av. Bolivia.....	88
Figura 18: Nivel de Servicio Peatonal A	90
Figura 19: Nivel de Servicio Peatonal B	91
Figura 20: Nivel de Servicio Peatonal C	91
Figura 21: Nivel de Servicio Peatonal D... ..	92
Figura 22: Nivel de Servicio Peatonal E... ..	93
Figura 23: Nivel de Servicio Peatonal F.....	94
Figura 24 Definición del área de modelación	95
Figura 25 Diseño del circuito vial.....	96
Figura 26 Configuración de carriles.....	97
Figura 27 Configuración de volúmenes	98
Figura 28 Tiempo de Ciclo Actual Av. Garcilaso de la vega – Av. Bolivia.....	99

Figura 29	Factor de hora punta	99
Figura 30	Porcentaje de vehículos pesados.....	100
Figura 31	Resultados ICU Situación Actual	101
Figura 32	Resultados de la Evaluación Av. Garcilaso de la Vega – Av. Bolivia.....	103
Figura 33	Resultados de la semaforización peatonal en Av. Garcilaso de la Vega- Av. Bolivia.....	103

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Distribución de viajes Diarios en Caminata y Otros Modos Según Propósito	28
Tabla 2 Estándares de diseño para vías.....	42
Tabla 3 Velocidades máximas	43
Tabla 4 Vías a ser afectadas y sus sentidos de circulación	75
Tabla 5 Tipología vehicular... ..	77
Tabla 6 Cuadro de equivalencia en Unidad Coche Patrón	79
Tabla 7 Resumen de los flujos vehiculares Av. Garcilaso de la Vega– Av. Nicolás de Piérola – jueves 10/10/19	80
Tabla 8 Resumen de los flujos vehiculares Av. Garcilaso de la Vega – Av. Uruguay – jueves 10/10/19	80
Tabla 9 Resumen de los flujos vehiculares Av. Garcilaso de la Vega – Av. Bolivia – jueves 10/10/19	81
Tabla 10 Resumen de los flujos vehiculares Av. Garcilaso de la Vega – Av. Paseo Colón– jueves 10/10/19	81
Tabla 11 Resumen de los flujos peatonales	86
Tabla 12 Niveles de servicio actual según método del HCM-2020.....	89
Tabla 13 Valores con el software de simulación Synchro 8.0	101
Tabla 14 Resultados obtenidos del software de simulación Synchro 8.0.....	104

RESUMEN

El transporte urbano dentro de la Ciudad de Lima y el desplazamiento de peatones en las principales intersecciones de las vías de alta densidad, tiene problemas de desplazamiento que afecta a los peatones, por falta de planificación adecuada del sistema de semaforización en función al volumen vehicular y la densidad poblacional; lo que ha llevado al caos vehicular y al incremento de la accidentabilidad de los peatones en vías de intersección peatonal y vehicular. Impera el desorden vehicular, las pérdidas de tiempo al trasladarse de un lugar a otro, la contaminación ambiental, el aumento de la siniestralidad de vehículos y el incremento de accidentes y muertes peatonales.

La investigación conlleva a mejorar la sincronización de los semáforos peatonales y vehiculares en la intersección de la vía en estudio, mediante el cálculo del tiempo de semaforización, todo en rojo; para reducir los accidentes de tránsito, de tal forma que se haga más fluido el desplazamiento vehicular y peatonal respetando las normas de tránsito, tanto el conductor como el peatón, a fin de evitar accidentes en las intersecciones estudiadas, evitando generar congestión y caos en el tránsito.

Se considerará la geometría del lugar, la cantidad y distribución de movimientos, en hora pico y hora valle, planteándose un método semafórico para disminuir el grado de accidentabilidad y muerte peatonal.

Palabras Claves: accidentes de tránsito, intersecciones semaforizadas, seguridad vial, semaforización, todo en rojo.

ABSTRACT

Urban transport within the city of Lima and the displacement of pedestrians at the main intersections of high-density roads, has problems of displacement that affects pedestrians, due to lack of proper planning of the traffic light system based on vehicle volume and population density; which has led to vehicular chaos and the increase in pedestrian accidents on pedestrian and vehicular intersection roads.

Vehicle disorder prevails, wasted time when moving from one place to another, environmental pollution, increased vehicle accidents and increased pedestrian accidents. The investigation entails improving the synchronization of the pedestrian and vehicular traffic lights at the intersection of the road under study, by calculating the traffic light, all in red; to reduce traffic accidents, in such a way that vehicle and pedestrian displacement become more fluid respecting traffic regulations, both the driver and the pedestrian, in order to avoid accidents at intersections, avoiding congestion and traffic chaos.

The geometry of the place, the amount and distribution of movements, in peak hours and off-peak hours, will be considered, considering a traffic light method to reduce the degree of accidents and pedestrian deaths.

KEYWORDS: traffic accidents; traffic-light intersections, traffic lights, , all in red, road safety.

I. INTRODUCCIÓN

Los constantes accidentes de tránsito, de menor o mayor grado, ocurren casi a diario en las intersecciones principales de la avenida Inca Garcilaso de la Vega, en la ciudad de Lima, debido a la falta de sincronización de equipos en las intersecciones semaforizadas, tiempos de ciclo no coordinado, entre el peatón y los vehículos, son causantes de muchos accidentes de tránsito en la que el peatón es el más perjudicado, también el mal uso de las vías por parte de los peatonales, que causan el congestionamiento vehicular.

En el sentido de paliar y/o mermar los accidentes de tránsito en una vía de alta conglomeración de peatones por ser parte del centro de la ciudad metrópolis de Lima y estar centrado en un foco de comercio de gran movimiento económico, conlleva a realizar la presente investigación, con el fin de plantear un modelo de reducción de accidentes de tránsito en las intersecciones principales de la Av. Inca Garcilaso de la Vega, mediante la Semaforización sincronizada, con un sistema de fases de ciclo de semáforos vehiculares y peatonales en las intersecciones de la vía en estudio.

Se busca obtener un plan de mejoramiento del control de señales de tránsito, donde se incluya el sistema coordinado de semáforos de tránsito en la intersección, con un sistema de fases de los ciclos de semáforos (todo en rojo), disminuyendo principalmente el grado de accidentabilidad de vehículos, peatones, muertes y el conflicto de pase Vehículo - Peatón.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema de conflicto entre el vehículo y el peatón en las intersecciones de las vías se ve a toda hora en la Ciudad de Lima, debido que una intersección de mucho congestionamiento y desplazamiento de personas por ser un foco comercial de gran envergadura ya que es una zona donde se encuentra áreas de comercio y/o oficinas, y los peatones se exponen al peligro cuando van a cruzar las calzadas y los vehículos también deben cruzar y en muchos casos deben doblar a la izquierda o derecha para seguir su desplazamiento y se topa con peatones que están cruzando la vía; la pregunta es ¿quién tiene la preferencia?, situación de incertidumbre que se genera en caos y ocurrencias de siniestralidad.

El aumento poblacional, el crecimiento de nuevas ciudades, el incremento del poder adquisitivo, han impulsado la compra de automóviles, en todos los niveles, unos lo utilizan para trasladarse a su centro de trabajo, otros lo utilizan como centro de trabajo (Taxistas), esta tendencia sigue creciendo sin control y planificación del uso de la vía dentro de la ciudad, esta es la forma que el parque automotor sigue creciendo, también se incrementa la población y la migración a la ciudad, lo que hace más denso el uso de las vías peatonales. Y la falta de orientación y capacitación de los conductores en el uso de las vías vehiculares, conlleva a mayor accidentabilidad en las calles y avenidas de la ciudad.

Si no se adoptan medidas, estos automóviles podrían literalmente “asfixiar” a las ciudades en el futuro, trayendo consigo numerosas consecuencias negativas que socavarían gravemente los beneficios generales de la urbanización, provocando

menor productividad debido a la congestión constante; contaminación a nivel local y mayores emisiones de carbono; muertos y lesionados debido a los accidentes de tránsito. Y generando en muchos casos enlutamiento de familias por los accidentes que ocurren a diario principalmente en las intersecciones de las vías de alta frecuencia vehicular.

Esta investigación busca fundamentalmente prever y determinar el flujo vehicular, definir los tiempos luces verde y rojo de los semáforos, al mismo tiempo actuar como un sistema integrado con el semáforo peatonal, que se pueda sincronizar, dando tiempo suficiente al peatón para que pueda cruzar de acera a acera sin tener conflictos con los vehículos, se debe tener en cuenta que los actuales semáforos con contador, se les puede mejorar la sincronización para mejorar el nivel de servicio, e interactuado con los semáforos peatonales y así reducir los accidente originados al peatón, por el corto periodo de cruce peatonal, lo que origina el conflicto vehículo - peatón.

Se ha visto por conveniente realizar el estudio de reducir los accidentes de tránsito, mejorar la seguridad en el cruce de las vías, como bienestar en la población, la cual se sentiría más segura al cruzar por las intersecciones de vías y calles, prever la asistencia de seguridad y disminuir los accidentes de tránsito que ocurren cada año.

Por lo que se desarrolla la investigación denominada “modelo de semaforización vial y peatonal para mitigar accidentes de tránsito, aplicando todo en rojo; en la avenida Inca Garcilaso de la Vega e intercepciones - Ciudad de Lima”. Trabajo que se desarrolló en 14 meses.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El crecimiento poblacional y expansión demográfica de la ciudad de Lima, agregado a ello el incremento del parque automotor en un 800% los últimos 20 años en la ciudad, y el incremento de la inmigración desde los diferentes lugares del país a la ciudad de Lima por un futuro económico mejor, ha hecho que la ciudad de Lima se desarrolle en el caos vehicular, y la inseguridad vial, viéndose a diario en los reportes de la 7ma Región Policial, denuncias e investigaciones por accidentes vehiculares y peatonales, muchas de ellas con consecuencias fatales, especialmente ocurridos en las intersecciones de Av. Inca Garcilaso de la Vega. Esta situación de siniestros ocurre a diario en estas intersecciones, que en algunas veces enluta a muchas familias por las pérdidas de sus familiares, lo que conlleva a realizar un estudio a fin de mermar la accidentabilidad como parte de mi formación en la maestría en Ingeniería de Transportes.

En ese contexto, cabe mencionar que a fines de 1997 se aprueba La Ordenanza N° 131, Ordenanza Marco del Tránsito en la provincia de Lima, la cual establece como objetivos de la Municipalidad Metropolitana de Lima en relación con la seguridad vial: dar fluidez al tránsito vehicular y peatonal, educar y capacitar a la población en el correcto uso de las vías, preservar el patrimonio vial y vehicular, prevenir riesgos de salud y preservar la seguridad pública en el tránsito, creando a su vez el Consejo de Seguridad Vial Metropolitano para proponer, formular y coordinar planes, proyectos y acciones en materia de seguridad vial.

A continuación, se presenta imágenes tomadas de las intersecciones Av. Garcilaso de la Vega y Av. Bolivia como muestra para apreciar cómo se desplazan los peatones en las intersecciones y los movimientos de giro que realizan los vehículos en la cual se genera los accidentes de tránsito: ver anexos.

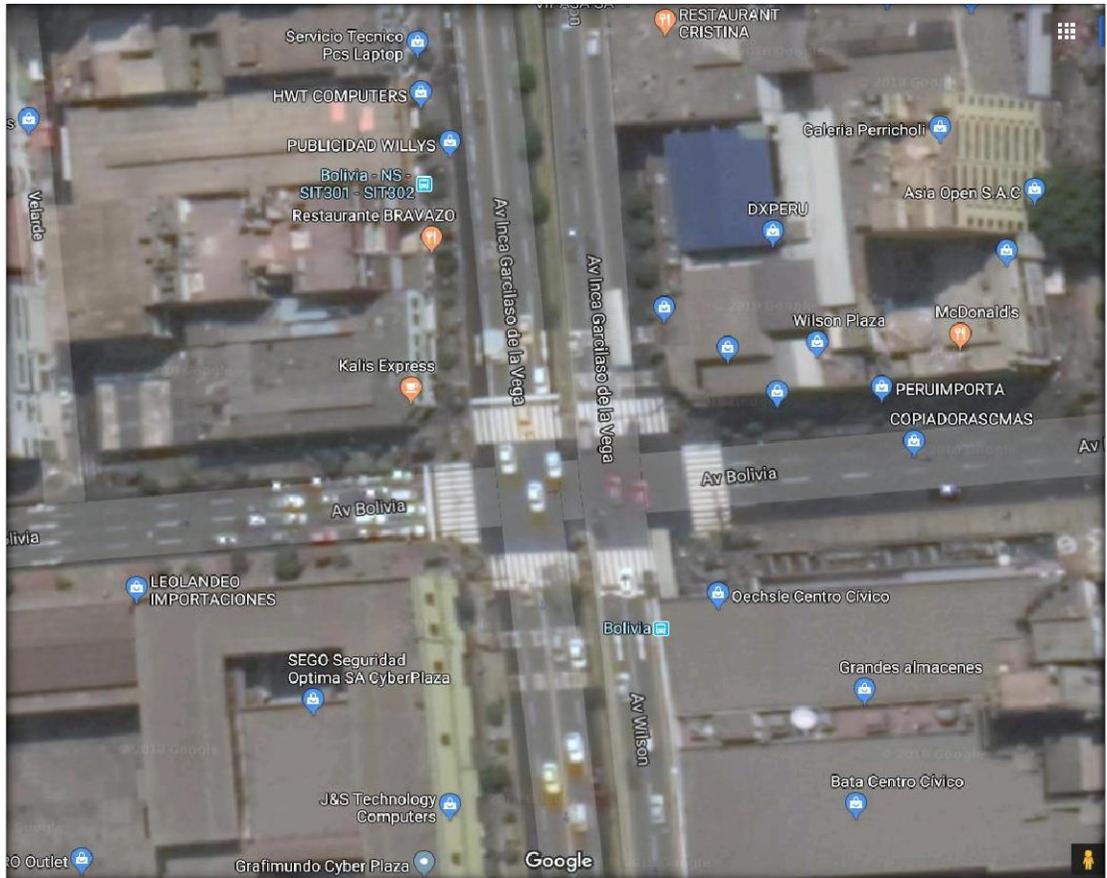


Figura 01: Vista de planta de la intersección Av. Bolivia y Av. Garcilaso de la Vega
Fuente: Elaboración Propia



Figura 02: Vista de panorámica de la intersección Av. Bolivia y Av. Garcilaso de la Vega
Fuente: Elaboración Propia



Figura 03: Giro a la Izquierda de Av. Bolivia a Av. Garcilaso de la Vega
Fuente: Elaboración Propia



Figura 04: Giro a la Izquierda de Av. Bolivia a Av. Garcilaso de la Vega
Fuente: Elaboración Propia



Figura 05: Giro a la Izquierda de Av. Garcilaso de la Vega a Av. Bolivia
Fuente: Elaboración Propia



Figura 06: Giro a la Izquierda de Av. Garcilaso de la Vega a Av. Bolivia
Fuente: Elaboración Propia



Figura 07: Giro a la Derecha de Av. Bolivia a Av. Garcilaso de la Vega
Fuente: Elaboración Propia



Figura 08: Giro a la Derecha de Av. Bolivia a Av. Garcilaso de la Vega
Fuente: Elaboración Propia

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. Problema General.

¿Cómo un modelo de semaforización vial y peatonal, todo en rojo; reduciría la siniestralidad vehicular y peatonal en las intersecciones de la avenida Inca Garcilaso de la Vega?

1.3.2. Problemas Secundarios.

- ¿Con un modelo de semaforización vial y peatonal, todo en rojo; ¿disminuirá los accidentes de tránsito y peatonal, en las intersecciones principales de la avenida Inca Garcilaso de la Vega?

- ¿Con un modelo de semaforización vial y peatonal, todo en rojo; mejoraría el desplazamiento peatonal en las intersecciones principales de la avenida Inca Garcilaso de la Vega?
- ¿Con un modelo de semaforización vial y peatonal, todo en rojo; ¿mejoraría el sistema de seguridad vial, en las intersecciones principales de la avenida Inca Garcilaso de la Vega?

1.4. ANTECEDENTES

En el año 2017, se crea plan estratégico nacional de seguridad vial PEN sv 2017-2021, mediante el decreto supremo N°019-2017-MTC, publicada en El Peruano donde se desarrolló la Fase de análisis prospectivo y la Fase estratégica. (comunicaciones M. d., 2017)

Punto negro, es el tramo de una vía donde se han producido cinco o más accidentes de tránsito con muertos o heridos por año. Un análisis de puntos negros requiere información de tres años de la estadística de accidentes de tránsito y busca analizar si la infraestructura presente es un factor que contribuye a la gravedad de las lesiones que se producen por accidentes de tránsito. (Criterios técnicos para la identificación de puntos negros de accidentes de tránsito en la jurisdicción del distrito, 2013)

La ciudad de Lima absorbe gran parte del parque automotor del país y es el lugar donde ocurren entre el 50% y el 60% de accidentes de tránsito, cuya consecuencia es un alto número de víctimas fatales y no fatales. Así tenemos que, en el año 2011,

en Lima Metropolitana se han registrado un total de 207 heridos y 574 muertos, producto de 553 accidentes de tránsito. Según datos a nivel nacional, en los últimos 5 años la ciudad de Lima concentra entre el 18.60% a 23.49 % de fallecimientos ocurridos a partir de accidentes de tránsito en todo el país, ocasionados principalmente por la imprudencia del peatón o el conductor, así como a condiciones inadecuadas de señalización o infraestructura vial, las cuales impactan negativamente en la seguridad vial. En ese sentido, el presente Informe tiene por propósito dar a conocer el resultado de las inspecciones realizadas a la señalización e infraestructura vial en los denominados “puntos negros” de la ciudad de Lima identificados como aquellos lugares en los que ha ocurrido al menos un accidente de tránsito con consecuencia fatal, para a partir de su estado evaluar los avances en la eliminación de los riesgos de accidentes de tránsito en los referidos puntos. (Seguridad vial y puntos negros en lima metropolitana, 2012)

La importancia de identificar los puntos negros de una determinada área, radica en que con su detección es posible conocer las zonas de mayor incidencia de accidentes de tránsito para que de este modo las autoridades competentes tomen las decisiones adecuadas en relación a la gestión de la movilidad y seguridad vial. En ese sentido, el despliegue de esfuerzos gubernamentales para su eliminación es de vital importancia para asegurar la vida, salud e integridad de los vecinos de la ciudad de Lima. En ese sentido, como parte del seguimiento a la recomendación formulada a la Municipalidad Metropolitana de Lima en el Informe Defensoría N° 137 sobre la eliminación gradual de los “puntos negros”, la Defensoría del Pueblo realizó una

serie de inspecciones destinadas a evaluar la implementación de medidas para la eliminación de ciertos puntos negros en la Ciudad de Lima, para a partir de ello proponer mejoras para una mayor seguridad en las vías. (Seguridad vial y puntos negros en lima metropolitana, 2012)

El año 2006, la Secretaría Técnica del Consejo de Transportes de Lima y Callao elabora una investigación sobre los problemas de la seguridad vial en Lima y Callao, con el objetivo de entregar a la Municipalidad Metropolitana de Lima las conclusiones respectivas. Dicha investigación es el informe “Accidentes de tránsito en los principales 16 ejes viales de Lima y Callao” (2006), el cual evidenció la existencia de 699 “puntos negros”, de los cuales 474 registraron un mayor número de accidentes de tránsito con consecuencias fatales en los principales ejes viales. (Seguridad vial y puntos negros en lima metropolitana, 2012)

Lima tiene un tránsito tan caótico que cualquier viaje por la ciudad, en auto, ómnibus o combi, se convierte en una experiencia no sólo desesperante sino altamente peligrosa. Lima tiene un tránsito tan caótico que cualquier viaje por la ciudad, en auto, ómnibus o combi, se convierte en una experiencia no sólo desesperante sino altamente peligrosa. Un estudio del Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha ubicado los lugares donde ocurren más accidentes de tránsito (los llama puntos negros). Este es un recorrido por las arterias más peligrosas de la capital tanto para automovilistas como para peatones. “En las horas punta, los cruces de Wilson con Paseo Colón y Uruguay son un verdadero caos por la avalancha de combis, ticos y colectivos que por allí circulan. Atropellos, choques y

caídas de pasajeros son incidentes frecuentes. El número de heridos en el 2001 bordeó los 46". (Republica, 2002)

1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.5.1. Justificación

En el cercado de lima, especialmente en la Av. Inca Garcilaso de la Vega y los cruces de las Avenidas: Nicolás de Piérola, Uruguay, Bolivia, Paseo Colón son zonas de alto tránsito vehicular y peatonal, donde se encuentran grandes centros comerciales, galerías comerciales, centros de estudios pre universitarios y uno de post grado de una universidad pública, entre otras instituciones que han creado un foco comercial de gran concentración de público en general; siendo esta vías y sus intersecciones de mayor concentración ó punto de encuentro de mucha personas, para realizar desplazamientos tanto de ida y de retorno a otras zonas ó realizar el abordaje vehicular para desplazarse a su domicilio, ahí se encuentran paraderos de buses, microbuses y de taxis, además es el paso obligatorio de vehículos particulares que se desplazan al sur, norte o al este de lima, generándose la congestión vehicular, lo cual viene generando impactos a la contaminación ambiental, deterioro de la infraestructura vial, accidentes y siniestros con resultados fatales para peatones, por lo que se busca con la presente investigación reducir la accidentabilidad vehicular y mejorar la fluidez vehicular, y mitigar tales impactos negativos.

Este estudio induce a plantear un modelo de semaforización vial y peatonal todo en rojo; para mitigar accidentes de tránsito y mejorar la fluidez vehicular con un nuevo enfoque de seguridad vial en la Avenida Inca Garcilaso de la Vega y las intersecciones principales: Av. Nicolás de Piérola, Av. Uruguay, Av. Bolivia, y Av. Paseo Colón de la ciudad de Lima. Estudio que posteriormente puede ser replicado a otras vías de gran fluidez vehicular y peatonal.

1.5.1.1. Justificación Teórica.

Los resultados de la investigación orientarían a determinar si el uso de la semaforización sincronizada todo en rojo, reduciría la siniestralidad de accidentes y muertes, así como mejoraría el desplazamiento de los peatones como también la fluidez vehicular.

1.5.1.2. Justificación Práctica.

Los resultados de esta investigación servirán para ser replicados en otras vías e intersecciones de ciudades metropolitanas. Dado que el área de investigación será en zona urbana, donde predomina el caos vehicular y peatonal, se solucionaría un problema que actualmente se aprecia en todas las intersecciones semafórica congestionadas.

1.5.1.3. Metodológica.

El análisis de la metodología tanto de tipo, nivel, diseño, y el método de investigación, conllevará a obtener resultados viables que podrán ser utilizados por otros investigadores para verificar y reforzar un nuevo aporte de conocimiento y aplicabilidad en beneficio de una población.

1.5.1.4. Social.

Esta investigación tendría un gran impacto social, en la cual se podría disminuir drásticamente el grado de accidentalidad y de muertes. Luego de poder determinar los tiempos de semaforización y educar tanto al peatón como al automovilista, los primeros beneficiados serían los que transitan por la avenida Inca Garcilaso de la Vega y las intersecciones Av. Nicolás de Piérola, Av. Uruguay, Av. Bolivia, y Av. Paseo Colón, este modelo se podrá usar en otras intersecciones con la misma problemática.

1.5.2. Importancia de la Investigación.

Implementar un sistema de semaforización vehicular y peatonal en la vía en estudio, permitirá reducir los accidentes de tránsito y mejorar el desplazamiento vehicular y peatonal, que generaría un mayor flujo vehicular y por ende mejorar el sistema de desplazamiento, en las intersecciones de las vías estudiadas.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio de semaforización vial y peatonal para mitigar accidentes de tránsito aplicando todo en rojo, inducirá al cambio de mentalidad de tránsito tanto peatonal y vehicular, al inicio habrá falta de cooperación de los transportistas, conductores de vehículos particulares y peatonal, por el sistema cultural en la ciudad de Lima, y todo cambio en muchos casos al inicio es rechazado debido al incremento del tiempo de semaforización. Esta investigación y su aplicación inicialmente en la primera etapa de funcionamiento tendrá que estar coordinado, difundido y sensibilizada la población que transita por esa zona, asimismo contar con el apoyo policial de tránsito, que oriente a los conductores; tolerancia en el tiempo de semaforización, además de contar la Municipalidad de Lima con capacitación constante y uso de los medios de comunicación, indicando el funcionamiento de la semaforización vehicular y peatonal capacitando a usar esta nueva forma de transitar por las intersecciones semaforizadas con todo en rojo.

1.6.1. Limitación Espacial.

La investigación se desarrolló en la Ciudad de Lima, específicamente en la Av. Inca Garcilaso de la Vega e intersecciones principales.

1.6.2. Limitación Temporal.

La investigación duró 14 meses, empezando en el mes de agosto 2018 concluyendo en octubre 2019.

1.6.3. Limitación Social.

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).
- Consejo Nacional de Seguridad Vial.
- Municipalidad Metropolitana de Lima.
- Dirección General de Transporte Urbano de Lima.
- Especialistas en Seguridad Vial.
- Policía Nacional de Tránsito.
- Inspectores de La Dirección General de Transporte Urbano – Lima.
- Propietarios de los vehículos motorizados.
- Conductores de los vehículos motorizados.
- Proveedor de los equipos electrónicos.
- Investigador.
- Usuarios del sistema de semaforización de la Avenida en estudio e intersecciones.

1.7. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1. Objetivo General.

Reducir la siniestralidad vehicular y peatonal en la Av. Inca Garcilaso de la Vega, mediante un modelo de semaforización vial y peatonal, todo en rojo.

1.7.2. Objetivos Específicos.

- Disminuir los accidentes de tránsito, en las intersecciones principales de la avenida Inca Garcilaso de la Vega mediante un modelo de semaforización vial y peatonal, todo en rojo.
- Mejorar el desplazamiento peatonal en las intersecciones principales de la avenida Inca Garcilaso de la Vega mediante un modelo de semaforización vial y peatonal, todo en rojo.
- Mejorar el sistema de seguridad vial en las intersecciones principales de la avenida Inca Garcilaso de la Vega mediante un modelo de semaforización vial y peatonal, todo en rojo.

1.8. HIPÓTESIS Y VARIABLES

1.8.1. Hipótesis.

1.8.1.1. *Hipótesis Principal.*

Un modelo de semaforización vial y peatonal, todo en rojo; reduciría la siniestralidad vehicular y peatonal, en las intersecciones principales de la avenida Inca Garcilaso de la Vega.

1.8.1.2. *Hipótesis Secundarias.*

- Un modelo de semaforización vial y peatonal, todo en rojo; ayudaría a disminuir los accidentes de tránsito y peatonal, en las intersecciones principales de la avenida Inca Garcilaso de la Vega.

- Un modelo de semaforización vial y peatonal, todo en rojo; mejoraría el desplazamiento peatonal en las intersecciones principales de la avenida Inca Garcilaso de la Vega.
- Un modelo de semaforización vial y peatonal, todo en rojo; mejoraría el sistema de seguridad vial, en las intersecciones principales de la avenida Inca Garcilaso de la Vega.

1.8.2. Variables.

1.8.2.1. De la Hipótesis Principal.

V.I: Modelo de semaforización vial y peatonal (colaborador eficaz).

V.D: Siniestralidad vehicular y peatonal (reducir).

1.8.2.2. De las Hipótesis Secundarias.

V.I: - Modelo de semaforización vial y peatonal

V.D: - Accidentes de tránsito y peatonal (disminuir).

- Desplazamiento peatonal (mejorar).

- Sistema de seguridad vial (mejorar).

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Libro Blanco.

Este libro nació de la reunión producida el 8 de agosto del 2014 en Lima, en la cual diversos representantes de las ciudades de América Latina acuerdan asumir el compromiso de acción conjunta permanente que les permita alcanzar una movilidad urbana de alta calidad para todos sus habitantes. (latina, 2014)

(latina, 2014). Los alcaldes y alcaldesas de veintiún (21) ciudades, de ocho (8) países de América Latina, que representan a 477 millones de ciudadanos, que son alrededor del 24% de la población urbana de América Latina, elaboran un documento base que tiene los siguientes objetivos para la cooperación:

* **Equidad:** Asegurar condiciones de accesibilidad a toda la población, incluyendo las personas con o sin restricción de capacidad, adultos mayores y niños. Asegurar inclusión social ofreciendo la misma calidad y cantidad de servicios de movilidad urbana a sectores de menores y mayores ingresos. Reducir el costo social asociado a desplazamientos urbanos ineficientes, aprovechando el tiempo ganado en recreación, oportunidades de estudio y trabajo, mejorando la calidad de vida de las personas. Posibilitar la competitividad urbana para atraer a los mejores recursos humanos, generando oportunidades para todos e incrementando la riqueza, las inversiones y los empleos. Garantizar que la movilidad esté al alcance de

todos, sin discriminación de género, edad, capacidad o condición, a costos accesibles y con información clara y oportuna. Procurar la diversidad de una oferta cualificada para permitir que todas las personas ejerzan la libertad de elección de su modo de viaje, condición básica para la igualdad de acceso. (latina, 2014).

***Desarrollo Urbano:** Asimilar las mejores prácticas internacionales contemporáneas en movilidad y desarrollo urbano enfocadas en las necesidades y aspiraciones de las personas, que promuevan la integración social y la convivencia ciudadana. Integrar en un plan único la estrategia de desarrollo urbano y de movilidad o articularlos estrechamente allí donde existen separados, con base en una visión de ciudad acordada con la sociedad e involucrar a las autoridades nacionales y sub-nacionales de desarrollo urbano en el diseño, gestión y evaluación de los planes, políticas y acciones de movilidad urbana. Se propiciará que los planes sectoriales de movilidad y transporte estén también relacionados con los planes urbanos y regionales. (latina, 2014)

***Salud Pública:** Convertir el espacio público en una atmósfera de salud pública, donde todas las personas pueden disfrutar una buena calidad de vida, con los beneficios de una movilidad urbana sustentable para todos, sin los daños de contaminación, accidentes de tránsito y la exclusión social causados usualmente por los sistemas con predominio del automóvil y débil regulación y fiscalización. Propugnar que los planes, políticas y acciones de

movilidad y uso del suelo urbano sean consistentes con la salud pública y se formulen con la participación de las autoridades nacionales y sub-nacionales de salud pública. Medir y evaluar de manera consistente y continúa los impactos en salud (seguridad vial, calidad de aire, actividad física, otros) de la movilidad urbana, en términos de mortalidad y morbilidad, así como los costos que por estos conceptos se cargan en los presupuestos de gobiernos, empresas y familias, utilizando metodologías estandarizadas de medición y estándares de la OMS. (latina, 2014)

***Cambio Climático:** Involucrar a las autoridades nacionales y sub-nacionales del ambiente en el diseño, gestión y evaluación de los planes, políticas y acciones de movilidad urbana para asegurar sistemas que optimizan tanto el sistema de transporte como tal y sus interacciones con el uso de suelo. Incorporar explícitamente en todos los planes, políticas y acciones de movilidad sustentable iniciativas y esfuerzos mensurables de reducción y mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, así como de desarrollo de capacidades para la prevención y adaptación frente a los desastres derivados del cambio climático. Promover medidas para evitar viajes motorizados ineficientes, cambiar el uso de modos de transporte individuales por modos de transporte colectivo y no motorizado y mejorar las tecnologías vehiculares y combustibles para reducir emisiones de carbono. (latina, 2014)

****Participación Social y Comunicación Democrática:*** Garantizar una visión de la ciudad con un plan integrado de desarrollo urbano. Incorporando mecanismos permanentes y activos de participación ciudadana en los procesos de toma de decisiones. Garantizar que la visión de ciudad y el plan integrado de desarrollo urbano y movilidad estén acordados por la sociedad y sus poderes constituidos, con importante participación de todos los sectores sin exclusiones por razones de sexo, raza, creencia, preferencia sexual o nivel socio-económico, para que todos los aspectos ambientales, sociales y económicos sean adecuadamente atendidos. Incorporar mecanismos permanentes y activos de participación ciudadana en los procesos de toma de decisiones, en cada una de las fases de planeación, diseño, implementación, gestión y evaluación de las políticas, planes, programas y proyectos de movilidad y desarrollo urbano, a efectos que todos cumplan con sus responsabilidades, empoderando especialmente a los usuarios del transporte público y del transporte no motorizado en el conocimiento de sus derechos para exigir a autoridades y operadores información, calidad en facilidad. (latina, 2014)

****Institucionalidad y estructuración empresarial:*** Trabajar por la estructuración de autoridades de movilidad urbana o de transporte público urbano o arreglos institucionales equivalentes, con jurisdicción coherente sobre todo el conglomerado urbano conurbado, que ejerzan con transparencia y rendición de cuentas frente a la ciudadanía y con altos niveles de

participación ciudadana en la toma de decisiones, particularmente de las organizaciones de la sociedad civil. Asegurar que los planes respaldados por una visión consensuada, sean administrados y actualizados periódicamente con perspectiva de largo plazo, a través de una estructura institucional articulada en todos los niveles de gobierno nacional y sub-nacional, como se tiene para educación y salud, con continuidad a través de diferentes gobiernos. (latina, 2014)

***Financiación y competitividad:** Concertar para que se asignen los recursos necesarios que garanticen el derecho social a la movilidad urbana, esto es para sufragar los costos de cobertura universal, calidad de los servicios y atención a los sectores de bajos ingresos, en el marco de políticas urbanas de densificación y uso más eficiente del suelo. Establecer tarifas a los servicios de las redes de transporte público que cuiden el acceso de todos los sectores de la población y les doten de capacidad competitiva frente a los modos motorizados individuales. Procurar que las tarifas de transporte urbano no superen al 10% del ingreso familiar mínimo y evitar que estas se dediquen a cubrir rubros como infraestructura y gestión pública de los sistemas, aspectos que deben atenderse a través del erario público. Promover flujos de viajes menores en horas pico mediante acciones de concertación con los centros laborales públicos y privados, así como con las instituciones educativas, para una calendarización escalonada de ingresos y salidas de los usuarios, lo que se reflejará en menor demanda de flota y menos presión

sobre la tarifa. Perseguir una política de inversiones y cargos compensatorios de las externalidades que reflejen los costos sociales totales para todos los modos. Procurar el establecimiento de fondos recurrentes para el funcionamiento diario del sistema, cerrando la brecha entre costos y tarifas. (latina, 2014)

***Recursos Humanos:** Impulsar y demandar el desarrollo de centros interdisciplinarios de docencia y de investigación, cursos y diplomas técnicos y profesionales, así como programas de entrenamiento para mejorar integralmente la planificación, gestión y operación de la movilidad urbana. Éstos deben involucrar a todos los actores: agencias públicas gestoras, empresas operadoras, sistemas de inversión pública, banca privada, proveedores de la industria, organismos supervisores, congresistas, autoridades sectoriales locales y regionales, policía y usuarios. Esta iniciativa se llevará a cabo promoviendo el apoyo de los gobiernos y la cooperación internacional en alianza con las universidades e institutos técnicos, de tal forma que se cierren las inmensas brechas de recursos humanos existentes en todos los escalones y las crecientes necesidades de la nueva movilidad. Promover la publicación de información sobre la movilidad urbana y el transporte público, generada por las entidades públicas gestoras de los sistemas, para ser usados por universidades, centros de estudios urbanos, desarrolladores de aplicaciones y demás interesados,

con el propósito de coadyuvar a la generación de conocimiento para la mejora continua de los sistemas. (latina, 2014)

***Innovación y tecnología:** Implementar sistemas tecnológicos orientados a la satisfacción de las necesidades de movilidad urbana de las personas, incorporándolos como componentes básicos de la planificación, gestión, fiscalización, operación de la movilidad, así como en la comunicación con usuarios. (latina, 2014).

Por otro lado:

I.- Es urgente que la sociedad y los poderes constituidos de cada país se activen para que la movilidad urbana sea reconocida como un derecho social fundamental de las poblaciones que representan; estableciendo marcos legales, institucionales y políticas públicas de Estado, debidamente integrados, que atiendan satisfactoriamente las aspiraciones a una vida feliz, saludable y exitosa; en ciudades competitivas y de alta calidad; considerando la equidad, la salud pública, el desarrollo urbano, el cambio climático, la participación ciudadana y comunicación democrática; las necesidades de estructuración institucional y empresarial, el financiamiento y competitividad, los recursos humanos, la innovación y tecnología. (latina, 2014).

II.- El Plan Maestro de Transporte Urbano para Lima y Callao determinó que, al año 2014, en la metrópoli se realizaban 16.53 millones de viajes diarios, los mismos que se dividen en los modos de caminata, vehículos privados,

taxi y colectivos, y modos de transporte público, en proporción sólo el último modo representa el 51.5% de los viajes, mientras que los privados y taxi-colectivo en conjunto el 23%. Sin embargo, de manera resaltante, el modo de caminata representa el 25% de los viajes realizados en la metrópoli, lo que equivale decir 4.2 millones de viajes diarios, valor significativamente alto si lo comparamos con las estadísticas de la movilidad de la Ciudad de Bogotá, que para el año 2015, estima que un 15.10%, de sus 9.69 millones de viajes diarios, se realizan a pie. Debemos considerar que la ciudad de Bogotá, basado en la ratio de viajes a pie indicado, ha diseñado políticas que permitirán un mejor desarrollo de la movilidad por ese modo, priorizándolo incluso en algunos casos sobre los modos motorizados. (comunicaciones M. d., La Vulnerabilidad de los Peatones en la viabilidad del área metropolitana de lima y callao, 2009).

- III.- Plan estratégico nacional de seguridad vial PENsv 2017 – 2021. (comunicaciones M. d., 2017).
- IV.- Acciones en materia de seguridad vial e identificación de puntos negros. (Seguridad vial y puntos negros en lima metropolitana, 2012).
- V.- Identificación de puntos negros de accidentes de tránsito en la jurisdicción del distrito. (Criterios tecnicos para la identificacion de puntos negros de accidentes de transito en la juridiccion del distrito, 2013).
- VI. Identificación de zonas de riesgo de accidente de tránsito. (Salud, 2013)

VII.- La vulnerabilidad de los Peatones en la Vialidad del Área Metropolitana de Lima y Callao. (comunicaciones M. d., La Vulnerabilidad de los Peatones en la viabilidad del área metropolitana de lima y callao, 2009).

Tabla 01
Distribución de viajes Diarios en Caminata y Otros Modos Según Propósito

Propósito de viaje	Viajes Diarios en todos los modos		Viajes en Modos Caminata		Viajes en Vehículos	
	(0,000)	%	(0,000)	%	(0,000)	%
Al trabajo	2,677	30.50	264	11.90	2,413	36.70
Al colegio	2,300	26.20	781	35.30	1,519	23.10
Negocio	511	5.80	78	3.50	433	6.60
Privado	3,294	37.50	1,088	49.20	2,206	33.60
De retorno a casa	7,756		1,997		5,759	
TOTAL	16,538	100.00	4,208	100.00	12,330	100.00

Fuente: *Datos obtenidos de La Vulnerabilidad de los Peatones en la Vialidad del Área Metropolitana de Lima y Callao, junio 2018*

2.1.2. Transporte Urbano de Lima Metropolitana - Perú

La Fundación Transitemos indicó que el número de viajes motorizados en Lima y Callao llegó a la cifra de 19 millones 709 mil viajes/día. Una tasa promedio de 2.8 viajes diarios por persona. “De los viajes motorizados, el número de viajes efectuados en transporte público por la población de Lima y Callao es de 15

millones 990 mil viajes diarios, lo cual nos deja la cifra de 3 millones 709 mil viajes diarios en vehículos de baja ocupación”. (Antigüedad del parque de transporte público en Lima y Callao, 2018)

El transporte urbano es una actividad que cumple un rol muy importante en el desplazamiento de las personas en las ciudades, pero mucho más en las ciudades cosmopolitas como Lima, donde habitan aproximadamente ocho millones de peruanos que regularmente usan el espacio público urbano para trasladarse a sus destinos. No obstante, la importancia de esta actividad, en muchos casos se afectan derechos tales como los referidos a la vida, la salud, la integridad personal, al ambiente adecuado y a recibir un servicio de calidad. (del pueblo, 2008)

El caos del transporte urbano con la imprudencia del peatón se genera los accidentes o incidentes, por esta razón se genera este estudio para disminuir el grado de accidentes o incidentes que se genera cuando esto se convierte en conflicto entre el cruce del peatón y vehículo, a pesar que ya hay normas de tránsito para los giros a la izquierda o derecha.

2.1.3. Consecuencia del Caos del Transporte sobre la Población usuaria de la

Vía.

Los accidentes fatales en la ciudad de Lima, la principal es el atropello (52%), seguida de atropello y fuga (20.00%), choque (18.00%), volcadura (3.00%), choque y fuga (3.00%), etc. Si se suman los casos de atropello y fuga y choque y fuga, éstos ascienden a un (23.00%), lo cual es preocupante y explica por qué en 103 casos

(16,48%), los vehículos que participan en accidentes de tránsito fatales son vehículos no identificados. (del pueblo, 2008)

La imprudencia temeraria del chofer ocupa el primer lugar, con (27,90%); el segundo lugar lo ocupa el exceso de velocidad, con (23,30%); seguido de imprudencia del peatón y ebriedad del peatón, con (15%); cada uno. (del pueblo, 2008)

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Características Generales de Transporte.

2.2.1.1. Características.

- a) El transporte es un bien altamente cualitativo y diferenciado: existen viajes con distintos propósitos, a diferentes horas del día, por diversos medios, para variados tipos de carga. Esto implica una enorme cantidad de factores difíciles de analizar y cuantificar (por problemas de seguridad o comodidad, por ejemplo). Un servicio de transporte sin los atributos que permitan satisfacer esta demanda diferenciada puede resultar completamente inadecuado. (Ortuza Salas, 2012)

- b) La demanda de transporte es “derivada”: los viajes se producen por la necesidad de llevar a cabo ciertas actividades (ej.: trabajo, compras, recreación) en el destino. Esto es particularmente cierto en el caso de transporte de carga. (Ortuza Salas, 2012)

- c) La demanda de transporte está localizada en el espacio: para abordar este problema, el enfoque más común consiste en dividir el área de estudio en zonas y definir una red de transporte estratégica que facilite su procesamiento mediante programas computacionales. La espacialidad de la demanda suele producir problemas de descoordinación que afectan el equilibrio entre oferta y demanda (ej.: taxis circulando vacíos en el centro de la ciudad y potenciales pasajeros esperando en otras áreas). (Ortuza Salas, 2012)
- d) La demanda de transporte es eminentemente dinámica y hay pocas horas disponibles para realizar las distintas actividades, desde el punto de vista de la oferta, el hecho de que el transporte sea un servicio tiene la importante consecuencia que no se pueden hacer reservas (stock) para ser utilizadas en periodos de mayor demanda. Así, si el servicio de transporte no se consume cuando se produce, sencillamente se pierde. Esto suele general problemas en los periodos de punta en que hay gran demanda y desequilibrios con respecto a periodos fuera de punta con menores requerimientos. (Ortuza Salas, 2012)
- e) Para satisfacer la demanda de transporte y con el propósito de otorgar servicios, es necesario proveer infraestructura y disponer de vehículos que funcionen de acuerdo a ciertas reglas de operación. Comúnmente, la infraestructura y los vehículos no pertenecen ni son operados por la misma compañía o institución. Esta separación entre proveedores de infraestructura y oferentes del servicio final genera un complejo conjunto de interacciones

entre autoridades de gobierno (central y local), empresas concesionarias, operadores, viajeros y público en general. (Ortuza Salas, 2012)

- f) Finalmente, la oferta de transporte tiene asociadas una variedad de efectos concomitantes que pueden introducir fuertes distorsiones, tales como los accidentes, contaminación y, en general, degradación del medio ambiente. (Ortuza Salas, 2012)

2.2.1.2. El papel de los transportes.

El transporte no es algo fortuito o caprichoso. Nadie buscaría moverse o sacar algo de su lugar por razones o causas inexplicables o por el solo hecho de hacerlo. Todo movimiento, humano o de bienes económicos, responde a un propósito que a menudo trasciende la intención original. Además de esto, transportar personas es la tarea más significativa y delicada de la actividad: cumple con una función primordial en el contexto social y económico de las comunidades.

La urbe moderna no podría existir si no hubiera transporte de personas. Mientras la gente tuvo que moverse por sus propios medios, caminando o a lomo de animales, las ciudades fueron solo acumulamientos, a menudos desordenados, de edificaciones, caseríos donde la actividad social y los intercambios económicos ocurrían dentro de esquemas monolíticos apenas interconectados. Se dice, y no sin razón, que a la ciudad moderna la erigió el automóvil, que es tanto como decir que la construyó la nueva facultad de

moverse que dio ese vehículo al ciudadano. Pero al nivel de grupo social, las ciudades las consolido el transporte. (Navarro, 2017)

Asimismo, mediante el transporte se han desarrollado. Hombre, sociedad y urbe han crecido juntos; juntos han disfrutado de la vitalidad que otorga un buen transporte y, juntos también, han padecido el efecto desarticulador e inmovilizante de los transportes deficientes.

¿Cómo integra o desarticula el transporte a la sociedad? Esta es una pregunta de no poca complejidad, pero de qué manera simplificada se puede responder con los siguientes argumentos:

- El desarrollo de una sociedad depende mucho del número de contactos que puedan ocurrir entre sus participantes. La compra-venta diaria de alimentos, vestido, menaje y medicinas; las transacciones financieras; la educación, o la actividad cultural, requieren de una continua y estrecha relación entre los individuos.
- La disponibilidad oportuna del mercado laboral depende totalmente de los transportes. Si las masas trabajadoras obreras, empleadas o mano de obra libre no accede fácilmente a los lugares de trabajo, la economía tiende a degradarse.
- Lo social, lo recreativo, lo emergente y hasta lo ocasional está sujeto a la efectividad de los transportes.

2.2.1.3. Modelo de simulación en redes viales y de transporte.

Los modelos de simulación actuales buscan representar el funcionamiento de las redes viales y de transporte público existentes. El avance en los sistemas de cómputo en la actualidad permite la ejecución de procesos analíticos que logran simular el desempeño de los sistemas de vialidad y transporte público. Estos modelos requieren de información diversa que permita identificar las diferentes características que dan forma al sistema. La información recopilada es utilizada para ajustar los modelos y además genera un banco de información que facilita el desarrollo del estudio de los sistemas de transportes.

Los modelos de simulación de sistemas viales y de transporte urbano que se han logrado desarrollar en la actualidad son una excelente herramienta para poder implementar un sistema dinámico de planeación continua. El proceso de simulación permite la modelación de la demanda de viajes en el área urbana, así como el análisis y el modelaje multimodal del flujo de vehículos y viajeros en la red de transporte. La simulación permite además implementar un sistema de evaluación de alternativas donde es posible investigar los efectos que generan cambios en la infraestructura de la red vial sobre las condiciones de operación o el efecto que produce un incremento en la demanda de viajes sobre la red vial existente.

2.2.2. Informe Sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial.

En la mayoría de los países de ingresos bajos y medianos, gran parte de los usuarios de las vías de tránsito son personas vulnerables: peatones, ciclistas y usuarios de

vehículos de motor de dos o tres ruedas. Las personas que se desplazan en transporte público también pueden ser usuarios vulnerables de las vías de tránsito, especialmente en los lugares en que los vehículos de transporte público son inseguros, están abarrotados o carecen de reglamentación. (OMS, 2009)

Los usuarios vulnerables de las vías de tránsito corren riesgos adicionales cuando sus necesidades no se tienen en cuenta durante la planificación del uso del territorio o la construcción de las vías de tránsito. En muchos países éstas se planean y construyen para que los vehículos de motor puedan circular más rápido, lo que significa que estos usuarios vulnerables de las vías de tránsito se enfrentan cada vez con más riesgos a la hora de utilizar y cruzar dichas vías. Los resultados de la encuesta mundial demuestran que los peatones, los ciclistas y los motociclistas y sus pasajeros representan el 46% de las víctimas mortales por accidentes de tránsito en el mundo. Los usuarios vulnerables de las vías de tránsito constituyen la proporción más alta del total de víctimas mortales en las regiones de Asia Sudoriental y el Pacífico Occidental. Dentro de las regiones, la proporción de víctimas mortales varía considerablemente entre usuarios vulnerables de las vías de tránsito. (OMS, 2009)

En Colombia, Guatemala y Perú, más del 70% de las víctimas mortales son usuarios vulnerables de las vías de tránsito, mientras que en otros países de la región como la República Dominicana, Honduras o los Estados Unidos la proporción es considerablemente más baja: menor del 25%. (OMS, 2009)

2.2.2.1. Análisis de confiabilidad y seguridad del sistema de transporte.

Tres ejemplos de métodos y técnicas que se pueden utilizar tanto en la confiabilidad como en las áreas de seguridad son los modos de falla y el análisis de efectos (FMEA), el análisis de árbol de fallas (FTA) y el método de Markov. El FMEA se desarrolló a principios de los años 1950 para analizar la fiabilidad de los sistemas de ingeniería. Del mismo modo, el enfoque FTA se desarrolló a principios de la década de 1960 para analizar la seguridad de los sistemas de control de lanzamiento de cohetes. Hoy en día, tanto FMEA y FTA se están utilizando en muchas áreas diversas para analizar diversos tipos de problemas. (Transportation systems reliability and safety, Dhillon, B.S.)

El método de Markov se nombra después de un matemático ruso, Andrei A. Markov (1856-1922), y es un acercamiento altamente matemático que se utilice a menudo para realizar varios tipos de análisis de la confiabilidad y de la seguridad en sistemas de ingeniería. Se presenta una serie de métodos y técnicas consideradas útiles para analizar la confiabilidad y seguridad de los sistemas de transporte.

2.2.3. Seguridad Vial.

La seguridad vial consiste en la prevención de accidentes de tránsito o la minimización de sus efectos, especialmente para la vida y la salud de las personas, cuando tuviera lugar un hecho no deseado de tránsito. También se refiere a las

tecnologías empleadas para dicho fin en cualquier medio de desplazamiento terrestre (ómnibus, camión, automóvil, motocicleta, bicicleta y a pie).

La seguridad vial viene siendo una seria preocupación desde la aparición del automóvil, aproximadamente 13 décadas atrás. No obstante, esta preocupación, los problemas en seguridad vial no sólo se ha mantenido con el paso de los años, sino que han aumentado y causando enormes costos económicos y sociales. Es comúnmente aceptado que son muchos los costos asociados con el movimiento de vehículos, tales como la contaminación del aire, el ruido, la contaminación visual y las colisiones. Sin embargo, los costos económicos y sociales relacionados con accidentes de tránsito, como son pérdidas de propiedad (autos y otros), heridos y muertos atribuidos a los accidentes de tránsito, con la consiguiente pena y aflicción que golpea a miles de personas, exceden largamente los otros costos asociados al flujo vehicular. Consecuentemente, la importancia de reducir los costos sociales y económicos debido a los accidentes de tránsito no se debe subestimar.

Otro término más completo es el que define seguridad vial como las reglas y actitudes que son necesarias para estar seguro si la persona está manejando algún vehículo o caminando en una vía.

Las normas reguladoras de tránsito y la responsabilidad de los usuarios de la vía pública componen el principal punto en la seguridad vial. Sin una organización por parte del estado, con el apoyo de reglamentaciones para el tránsito y sin la moderación de las conductas humanas particulares o colectivas (educación vial), no es posible lograr un óptimo resultado. Autoridades y promotores voluntarios deben

llevar a cabo en forma permanente campañas, programas y cursos de seguridad y educación vial, en los que se debe promover:

- La cortesía y precaución en la conducción de vehículos.
- El respeto al agente de vialidad.
- La protección a los peatones, personas con discapacidad y ciclistas.
- La prevención de accidentes.
- El uso racional del automóvil particular.

La prioridad en el uso del espacio público de los diferentes modos de desplazamiento será conforme a la siguiente jerarquía:

- Peatones.
- Ciclistas.
- Usuarios y prestadores del servicio de transporte de pasajeros masivo, colectivo o individual.
- Usuarios de transporte particular automotor.
- Usuarios y prestadores del servicio de transporte de carga.

Los peatones tienen derecho de preferencia sobre el tránsito vehicular, para garantizar su integridad física cuando:

- En los pasos peatonales, la señal del semáforo así lo indique.
- Habiéndoles correspondido el paso de acuerdo con el ciclo del semáforo no alcancen a cruzar la vía.

- Los vehículos vayan a dar vuelta para entrar a otra vía y haya peatones cruzando ésta.
- Los vehículos deban circular sobre el acotamiento y en éste haya peatones transitando, aunque no dispongan de zona peatonal.
- Transitén por la banqueta y algún conductor deba cruzarla para entrar o salir de una cochera o estacionamiento.
- Transitén en comitivas organizadas o filas escolares.
- Transitén por los espacios habilitados para ello cuando la acera se encuentre afectada por la ejecución de un trabajo o evento que modifique de forma transitoria las características del área de circulación peatonal.

Los peatones deben, por su propia seguridad, observar las siguientes obligaciones:

- Cruzar las vías primarias y secundarias por las esquinas o zonas marcadas para tal efecto, excepto en las calles locales o domiciliarias cuando sólo exista un carril para la circulación.
- Utilizar los puentes, pasos peatonales a desnivel o rampas especiales para cruzar la vía pública dotada para ello.
- Tomar las precauciones necesarias en caso de no existir semáforo.
- Obedecer las indicaciones de los agentes de seguridad vial y las señales de tránsito.
- Hacer caso a las señales del semáforo.

2.2.4. Estado Actual de la Seguridad Vial en el Perú

Nuestra carta magna, la constitución, es sin duda el documento sobre el cual se sentaron las bases para la creación de la República, en ella se establece como principios los derechos fundamentales de defensa de la persona humana y el respeto de su dignidad como el fin supremo de la sociedad y del estado peruano, es por ello que las cifras que a continuación detallaremos son la mejor justificación para adoptar medidas que conlleven a la protección de la vida de los ciudadanos quienes diariamente hacen uso de las diversas redes viales dentro del territorio nacional.

Como parte de estas medidas implementadas para direccionar esfuerzos encaminados hacia la protección de los usuarios de la vía, se encuentra la formulación del presente Plan Nacional de Seguridad Vial el cual busca sentar las bases para el establecimiento de una política nacional en materia de prevención de colisiones de tránsito, así como de las graves consecuencias que estos generan.

Para graficar la situación actual de la seguridad vial nacional, es necesario primero el aceptar que estamos ciertamente ante una grave situación y reconocer que esta ha llegado a niveles inmanejables que demandan el inicio de acciones encaminadas a revertir esta situación y para ello se debe partir por involucrar a todos los niveles de la sociedad peruana en su conjunto y con ella y para ella iniciar el largo proceso de cambio que tanto necesita nuestro país.

Anualmente en el Perú se registran un promedio de 74 mil colisiones viales, solo durante el año 2016 se registraron 3,481 muertes y 46,882 personas heridas, dichas cifras debieran sonar escalofriantes así como dejar perplejos a cualquier lector, sin

embargo de no ser así el solo hecho de entender que esta cifra viene siendo una constante durante los pasados años nos debería llevar a la reflexión puesto que las probabilidades de participar en un incidente con consecuencias fatales son altas, es por ello la necesidad de respetar las normas de tránsito para evitarlos.

2.2.5. Velocidad

La velocidad es un factor importante en el transporte, se clasifica en:

2.2.5.1. Tipos de velocidad:

a. Velocidad de operación

Corresponde a la velocidad del percentil 85, que es aquella bajo la cual circula el 85% de los vehículos cuando no existe congestión.

b. Velocidad de diseño

Corresponde a la máxima velocidad a la que un vehículo puede circular en condiciones de flujo libre, con seguridad ésta es la velocidad en la vía cuando la misma está libre. Esta velocidad depende de las características geométricas de la vía, que condicionan su desempeño operacional.

En Perú, existen estándares reglamentarios de diseño para las vías nacionales (ver tabla 03), de los que se podrían considerar las velocidades de diseño como velocidad a flujo libre.

Tabla 02
Estándares de diseño para vías

Ítems	Vía Expresa	Vía Arterial	Vía Colectora	Vía Local
Velocidad de diseño (km/h)	80.0	60.0	50 (45)	40 (30)
Derecho de paso (m)	82.0	5.04	50 (32)	20 (15)
Peatones (m)	-	3.5	2.5	1.5
Espacio Lateral (m)	3.0	3.0	2.6	2.6
Espacio Vertical (m)	4.5	4.5	3.2	3.2
Ancho de la Vía (m)	3.5 - 3.6	3.3 - 3.5	3.0 - 3.5	2.7 - 3.0
Radio Min. (m)	200.0	100.0	50.0	10.0
Largo del Tangente (m)	60.0	40.0	25.0	15.0
Distancia de visibilidad (m)	560.0	420.0	350.0	270.0
Nivel (%)	3.0	4.0	8.0	12.0
Medio (m)	12.0	2.0	1.0	-
Largo de la Intersección	300.0	300.0	200.0	100.0

Fuente: Julio 1987 (JICA, 2005).

c. Velocidad límite legal.

Según el Reglamento Nacional de Tránsito, sección IV velocidades, Artículo 162, 165 (RNT, 2009), las velocidades máximas en zona urbana están dadas como se indica a continuación:

Tabla 03
Velocidades máximas

Vías	Velocidad Máxima
En Calles y Jirones	40 Km/h.
En Avenidas	60 Km/h.
En Vías Expresas	80 Km/h.
Zona escolar	30 Km/h.
Zona de hospital	30 Km/h.

Fuente: *Reglamento Nacional de Tránsito- 2009*

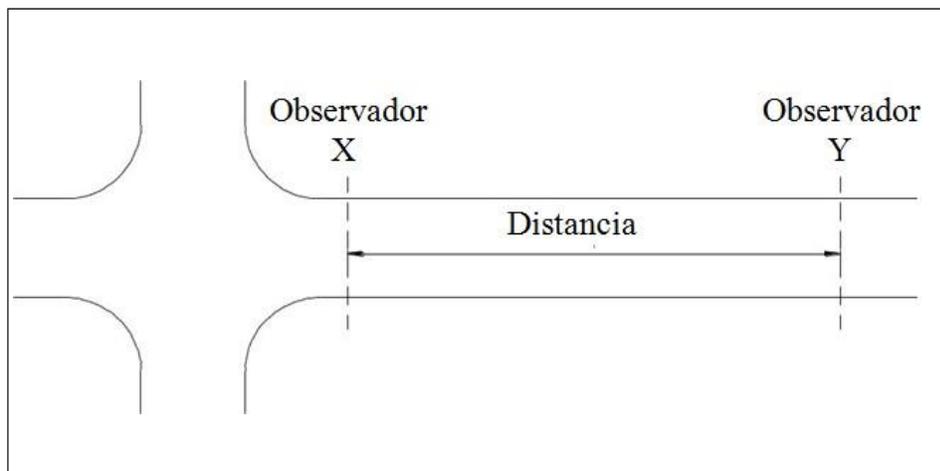


Figura 09: Medida de la velocidad.
Fuente: *ITE, 1976*

Para determinar la velocidad de vehículos de flujo variable a partir de la utilización de la Función del Bureau of Public Roads (BPR), para los horarios del día distintos

a aquellos de la modelación de transporte y distintos a aquellos horarios identificados como flujo libre, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Va = \frac{\text{Longitud}}{ta}, \text{ Ecuación (01)}$$

Donde:

Va : Velocidad de vehículos de flujo variable para el arco evaluado, obtenido a partir de la BPR.

Longitud : Longitud del arco evaluado.

ta : Tiempo de viaje en auto (vehículo de flujo variable) para el arco evaluado obtenido a partir de la BPR.

Para un estudio de velocidad de recorrido y de viaje se pueden usar los siguientes métodos: medición directa (similar a velocidad instantánea manual), método de las patentes, método del seguimiento y filmación de flujo, método de placas y método de vehículo flotante.

2.3. BASE TECNOLÓGICA

2.3.1. Synchro 8.0.

El software de simulación de tránsito Synchro 8.0. + Sim Traffic, contiene dos softwares en uno solo, conocidos en el mercado comercialmente como Synchro, está diseñado para analizar y representar las condiciones de circulación de las vías estudiadas, y determinar los parámetros de demoras, colas y ratio de volumen/capacidad, niveles de servicio, capacidad de Reserva, nivel de servicio según el Factor de utilización de la Capacidad de la Intersección % ICU (Intersection Capacity Utilization); utilizando el Método del Highway Capacity Manual – HCM y el Manual de Diseño Geométrico DG-2016 - MTC.

De acuerdo al Highway Capacity Manual, National Academy of Sciences USA, la capacidad básica de una vía para flujos ininterrumpidos es de 1,900 vehículos por hora por carril; en la práctica, la capacidad de la vía está afectada por diversos factores, tales como:

- Ancho del carril.
- Obstrucciones laterales.
- Estacionamientos en la vía.
- Composición del tránsito.

En lo concerniente a intersecciones semaforizadas se establece que la capacidad básica de un acceso a la intersección está afectada por:

- Ciclo semafórico
- Movimientos de giro
- Transporte público en los accesos
- Número de carriles en la intersección.

El Software utilizado nos permite obtener resultados para cada intersección con relación a los siguientes indicadores:

- Relación volumen / capacidad (V/C)
- Tiempo de las demoras (seg.)
- Nivel de Servicio por demoras. (LOS)
- Capacidad de Reserva.
- Nivel de Servicio según el Factor de utilización de la Capacidad de la Intersección % ICU (Intersection Capacity Utilization).

Cabe mencionar que es un completo paquete de software para el modelado, optimización, gestión y simulación de sistemas de tráfico. Es un paquete de software que incluye:

Un análisis macroscópico y programa de optimización; tiene un SimTraffic, un potente y fácil de usar aplicación de software de simulación de tráfico; 3D Viewer, una vista tridimensional de simulaciones SimTraffic.

SimTraffic CI, una aplicación que interactúa con una interfaz de controlador (IC) del dispositivo conectado a un controlador para simular el funcionamiento del controlador con simulada.

Un resumen de las características claves de Synchro 8.0.:

a. Análisis de Capacidad

Synchro 8.0. implementa la utilización Intersección Capacidad (UCI) Método 2003 para determinar la intersección. Este método compara el volumen actual de las intersecciones finales de capacidad. El método es muy sencillo de implementar y puede determinarse con una sola página de la hoja de trabajo.

Synchro 8.0. también implementa los métodos de la 2000 y recientemente lanzado 2010 Carretera Capacidad

El Manual Synchro 8.0. ofrece una solución fácil de usar para el análisis individual de la capacidad de intersección y de temporización de optimización.

Incluye un término de cola de interacción bloqueando demora. El retardo total incluye el retraso control tradicional más el retardo de cola. Cálculos de retardo son una parte integral del objetivo de optimización en Synchro 8.0. por lo que este será considerado directamente.

Además de calcular la capacidad, Synchro 8.0. puede optimizar la duración del ciclo, decisiones y compensaciones, eliminando la necesidad de tratar varios planes de sincronización en la búsqueda del óptimo.

b. Coordinar y optimizar

Este sistema permite la generación rápida para los planes óptimos de tiempo, Synchro 8.0. optimiza la duración del ciclo, tiempos parciales, compensaciones y secuencia de fases para minimizar las paradas de controladores y el retraso. Synchro 8.0. es completamente interactivo. Cuando se cambian los valores de entrada, los resultados se actualizan automáticamente. Planes de temporización se muestran en fácil de entender diagramas de tiempo.

c. Señales accionadas

Synchro 8.0. ofrece un detallado modelado, automático de señales de accionamiento. También puede modelar saltarse y gapping comportamiento y aplicar esta información para retrasar el modelado.

d. Rotondas

Synchro 8.0. incluye los 2.010 Carretera Capacidad Manual (HCM) los métodos de rotondas. Este permita el modelado de 1 y 2 rotondas de carril.

Tiempo-Espacio Diagrama

Synchro 8.0. tiene colores, diagramas espacio-temporales informativos. Fraccionamientos y compensaciones se pueden cambiar directamente sobre el diagrama.

También cuenta con dos estilos de diagramas espacios-temporales. El estilo de ancho de banda muestra cómo el tráfico podría ser capaz de viajar por todo un arterial sin parar. Los espectáculos de estilo de flujo tráfico particulares que se detienen, hacen cola, y luego se van. El estilo de flujo de tráfico da una mucho más clara imagen de lo que el flujo de tráfico e de los planes en realidad parece.

Diagrama de tiempo-espacio se pueden imprimir con cualquier configuración de impresora compatible.

Los diagramas espacio-temporales también muestran problemas de interacción cola con barras con código de color cerca de las intersecciones.

Sim Traffic realiza micro simulación y la animación de la circulación de vehículos y peatones. Con SimTraffic, vehículos individuales se modelan y se muestra que atraviesa una red de calles.

https://www.academia.edu/36103416/Gu%C3%ADa_Tr%C3%A1fico_software_f%C3%A1cil_de_Se%CB1al_Synchro_Studio_8).

2.3.2. Nivel de servicio (LOS).

El Nivel de Servicio (LOS), que determina el SYNCHRO, está directamente relacionado con las demoras que asigna el programa en función de la información recolectada en las vías del área de estudio, y están delimitados según rangos que se detallan a continuación:

- **El nivel A**, se caracteriza por condiciones de flujo libre, volúmenes bajos y velocidades altas. No hay restricciones por presencia de otros vehículos. Las demoras son muy pocas, están por debajo de los 10 segundos por vehículo. En un tramo de vía urbana las velocidades son mayores a 60 Km/h.
- **El nivel B**, describe operaciones con demoras superiores a 10 segundos hasta 20 segundos. Esto ocurre generalmente con una buena progresión semafórica o con ciclos cortos, o ambas cosas a la vez. Este nivel representa una circulación con una carencia de obstáculos razonables a una velocidad media de recorrido de entre 45 y 60 Km/h. La capacidad para maniobrar dentro de la corriente de circulación solo se ve ligeramente restringida.
- **El nivel C**, es un nivel intermedio, con flujos todavía estables, pero la velocidad y la libertad de movimiento son controladas por las condiciones del tráfico. Muchos conductores no tienen libertad de elección de carril o de velocidad, habiendo también restricciones en lo referente al sobrepaso. La velocidad de operación es satisfactoria, las Demoras, están en el rango de 20 hasta 35 segundos por vehículo. En una vía urbana las velocidades varían entre 30 y 45 Km/h.
- **El nivel D**, se hace más notable la influencia de la congestión. Se pueden producir demoras más prolongadas debido a alguna combinación de

progresión desfavorable, duraciones de ciclos prolongadas o altos grados de saturación. Muchos vehículos se detienen. Las demoras se encuentran entre 35 y 55 segundos. Pequeños incrementos de flujo pueden causar incrementos importantes en las demoras y descenso de la velocidad arterial menores a 30 Km/h y hasta 14 Km/h.

- **El nivel E**, describe demoras superiores a 55 segundos y menores a 80 segundos por vehículo. Por lo general, se considera este nivel como el límite de la demora aceptable. Estos altos valores de demora generalmente indican un avance lento, largas duraciones de ciclo y grados de saturación altos. En vías urbanas las velocidades fluctúan entre 10 y 20 Km/h.
- **El nivel F**, es el nivel más bajo, con flujos forzados, velocidades bajas y con volúmenes encima de la capacidad. Estas condiciones son resultado de bloqueo a la corriente, ocasionando la formación de colas. Las demoras son excesivas por encima de los 80 segundos por vehículo. Las velocidades en un eje vial son menores a 10 Km/h.
- **El Nivel de Servicio ICU**, se establece según el Factor de utilización de la Capacidad de la Intersección (ICU), este factor nos proporciona una idea general de cómo está funcionando la intersección y cuanta capacidad extra queda disponible para manejar las variaciones del tráfico.

2.4. ENFOQUES CONCEPTUALES EN EL DISEÑO APLICADO

2.4.1. Procedimiento de Aplicación.

A efectos de evaluar la aplicación de todo en rojo en la semaforización vial y peatonal en la intersección vial de la Av. Inca Garcilaso de Vega, especialmente en la intersección con la Av. Bolivia, se ha considerado esta vía por ser de alta densidad de desplazamiento peatonal, en la cual se encuentran ubicadas grandes centros comerciales, centros de estudio como universidades e institutos y por consiguiente el tránsito cotidiano de personas que acuden a esos lugares.

Este trabajo de investigación trata de mejorar el sistema de semaforización existente, específicamente sobre algunos factores de nuestra realidad, así como se han efectuado estudios de velocidad peatonal, tiempos perdidos, y se han efectuado el cálculo de algunos valores que corresponden a las características de nuestra realidad de seguridad vial, estas modificaciones y cálculos serán explicado en detalle más adelante, de esta manera se busca sistematizar e integrar la semaforización todo en rojo para vehículos con los semáforos peatonales y así crear una conciencia Vehículo – Peatón y evitar accidentes y/o Muertes.

a. Métodos de aforos

(Cal y Mayor Reyes & Cardennas Grisales, 2007) Los aforos se realizan para registrar el número de vehículos o peatones que pasan en un punto o sección determinada. Estos deben ser considerados como muestras de los volúmenes actuales cuyo periodo varía desde unos pocos minutos hasta semanas, Para el conteo de vehículos se podrá

disponer desde de equipos electrónicos muy modernos, hasta una simple observación visual, pero siempre, aun en el caso de mayores dificultades, se podrá obtener o validar en campo la información de volúmenes de tránsito. Métodos de aforos:

- Aforos Manuales.
- Contadores Mecánicos.

b. Peatón:

(Cal y Mayor Reyes & Cardennas Grisales, 2007) Se puede considerar como peatón potencial a la población en general, desde personas de un año hasta de cien años. Prácticamente todos somos peatones, por lo tanto, todos nos interesa este aspecto. Por otra parte, es importante estudiar al peatón porque no solamente es víctima del tránsito, sino también una de sus causas.

En la mayoría de los países del mundo, que cuentan con un número grande de vehículos, los peatones muertos anualmente en accidentes de tránsito ocupan una cifra muy alta. Muchos de los accidentes sufridos por peatones ocurren porque estos no cruzan en las zonas marcadas para ello, los semáforos peatonales permiten un mejor control para el cruce de peatones.

c. Semáforos:

(Cal y Mayor Reyes & Cardennas Grisales, 2007) Son dispositivos electrónicos que tiene como función ordenar y regular el tránsito de vehículos y peatones en calles y carreteras, por medio de luces

generalmente rojo, amarillo y verde operados por una unidad de control.

Con base en el mecanismo de operación de los controles de los semáforos, esto se clasifican en:

Semáforos para el control del tránsito de vehículos:

- No accionados por el tránsito.
- Accionados por el tránsito.
- Totalmente accionados por el tránsito.
- Parcialmente accionados por el tránsito.

Semáforos para pasos peatonales:

- En zona de alto volumen peatonal.
- En zonas escolares

Semáforos especiales:

- De destello
- Para regular el uso de carriles:
- Para puentes levadizos
- Para maniobras de vehículos de emergencia
- Con barreras para indicar aproximación de trenes.

Los colores de los semáforos deberán ser como sigue:

Rojo fijo: Los conductores de los vehículos se detendrán antes de la raya de parada. Los peatones no cruzaran la vía, a menos que algún semáforo les de la indicación de paso. (Cal y Mayor Reyes & Cardennas Grisales, 2007)

Amarillo fijo: Advierte a los conductores de los vehículos que está a punto de aparecer la luz roja y que el flujo vehicular que regula la luz verde debe detenerse. De la misma manera avisa a los peatones que no disponen de tiempo suficiente para cruzar, excepto cuando exista algún semáforo indicándole que pueden realizar el cruce. Sirve para despejar el tránsito en una intersección y para evitar frenadas bruscas. (Cal y Mayor Reyes & Cardennas Grisales, 2007)

Verde fijo: Los conductores de los vehículos podrán seguir de frente o dar vuelta a la derecha o a la izquierda, a menos que una señal prohíba dichas vueltas. Los peatones que avancen hacia el semáforo podrán cruzar, a menos que algún otro semáforo les indique lo contrario. (Cal y Mayor Reyes & Cardennas Grisales, 2007)

Rojo Intermitente: Cuando se ilumine una lente roja con destellos intermitente, los conductores de los vehículos harán alto obligatorio y se detendrán antes de la raya de parada. Se empleará en el acceso de una vía principal. (Cal y Mayor Reyes & Cardennas Grisales, 2007)

Amarillo Intermitente: Cuando se ilumine una lente amarilla con destellos intermitente, los conductores de los vehículos realizarán el cruce con precaución. Se empleará en la vía que tenga preferencia. (Cal y Mayor Reyes & Cardennas Grisales, 2007)

Verde Intermitente: Cuando una lente verde funcione con destellos intermitente advierte a los conductores el final del tiempo de luz verde. (Cal y Mayor Reyes & Cardennas Grisales, 2007)

d. Semáforos:

(Cal y Mayor Reyes & Cardennas Grisales, 2007) Son dispositivos electrónicos que tiene como función ordenar y regular el tránsito de vehículos y peatones en calles y carreteras, por medio de luces generalmente rojo, amarillo y verde operados por una unidad de control.

2.4.2. Intensidad y Densidad

(Navarro, 2017) indica que *El volumen e intensidad* son dos medidas que cuantifican la cantidad de circulación que pasa por un punto o sección de un carril o de una carretera, durante un intervalo de tiempo determinado, y se definen como sigue:

2.4.2.1. Intensidad

Es la tasa horaria equivalente a la que los vehículos pasan por un punto o sección transversal o por un tramo de un carril o carretera durante un intervalo de tiempo dado inferior a una hora, usualmente 15.0 minutos. El volumen y la intensidad

son las variables que se utilizan para cuantificar la Demanda. Esto es el número de vehículos que pueden hacer uso de una infraestructura vial, durante un período de tiempo. El congestionamiento influencia los patrones de la demanda y los volúmenes observados son un reflejo de las restricciones de la capacidad, que la demanda real. Es importante diferenciar el volumen de la intensidad, el primero es la cantidad real de vehículos observados o que pasan o van a pasar por la sección de vía durante un período de tiempo definido. La Intensidad es el número de vehículos que pasan por una sección de vía en un intervalo de tiempo inferior a una hora. La intensidad se calcula tomando el número de vehículos observados en un período inferior a una hora (15 min.) y dividido entre el tiempo (en horas). (Navarro, 2017).

2.4.2.2. Densidad

La densidad se define como el número de vehículos que ocupan un tramo de longitud de carril o carretera en instante determinado y se expresa en (vpk). La densidad se puede calcular mediante la velocidad media de recorrido y la intensidad de circulación, entonces la densidad es:

$$D = I/V. \text{ Ecuación (02)}$$

donde:

D: Es la Densidad

I: La intensidad (vpk)

V: Velocidad Media (kph).

2.4.2.3. *El volumen*

Se define como volumen de tránsito, como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dado, durante un periodo de tiempo (Navarro, 2017) y se expresa como:

$$Q= N/T. \text{ Ecuación (03)}$$

Donde:

Q: Es el número de vehículos que pasan por unidad de tiempo

N: Es el número de vehículos que pasan

T: Es el periodo determinado (Unidad de tiempo).

(Navarro, 2017) “*Tasa de flujo*: Es la frecuencia a la cual pasan vehículos durante un tiempo menor a una hora”.

(Navarro, 2017) “*La demanda*: Es el número de vehículos que desean viajar y pasan por un punto en un tiempo específico”.

(Navarro, 2017) *La capacidad*: Es el número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto durante un tiempo determinado. Con el análisis de capacidad nos damos cuenta la cantidad de vehículos que una vía puede prestar. El conteo se mide en intervalos de 15 minutos.

2.4.2.3.1. Volúmenes de tránsito.

Dependiendo de la duración del lapso de tiempo se tienen los siguientes volúmenes de tránsito:

Tránsito anual (TA): Es el número total de vehículos que pasan durante un año. En este caso $T=1$ año. Este genera el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA): $TPDA = TA/365$. Ecuación (02). (Navarro, 2017)

Tránsito mensual (TM): Es el número total de vehículos que pasan durante un mes. En este caso $T=1$ mes. Este genera el Tránsito Promedio Diario Mensual (TPDM): $TPDM = TM/Días\ del\ mes$. Ecuación (03). (Navarro, 2017)

Tránsito semanal (TS): Es el número total de vehículos que pasan durante una semana. En este caso $T=1$ semana. Estos generan el Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS): $TPDS = TS/7$. Ecuación (04). (Navarro, 2017)

Tránsito diario (TD): Es el número total de vehículos que pasan durante un día. En este caso $T=1$ día. Es el volumen promedio de tránsito en veinticuatro (24) horas. (Navarro, 2017)

(Navarro, 2017), **Tránsito horario (TH):** Es el número total de vehículos que pasan durante una hora. En este caso $T=1$ hora. Estos registran los volúmenes de tránsito menor a una hora más usados que son el volumen de quince minutos dentro de la hora pico y el de cinco minutos en tiempo normal.

2.4.2.3.2. Volúmenes de tránsito horarios.

(Navarro, 2017) Con base en la hora seleccionada se definen los siguientes volúmenes de tránsito horario, dados en vehículos por hora:

- ***Volumen Horario Máximo Anual (VHMA)***: Es el máximo volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año determinado. Es la hora de mayor volumen de las 8760 horas del año. (Navarro, 2017).
- ***Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD)***: Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos. También es denominado VHP (Volumen de la Hora Pico). (Navarro, 2017)
- ***Volumen Horario de Proyecto (VHP)***: Es el volumen de tránsito horario que servirá de base para determinar las características geométricas de la vía. Básicamente este se proyecta como un volumen horario pronosticado. (Navarro, 2017)
- ***Volúmenes de tránsito futuro*** (Cal y Mayor Reyes & Cardennas Grisales, 2007) Relación entre el volumen horario del proyecto y el tránsito promedio actual.

2.4.3. Variación de Volumen de Tránsito

2.4.3.1. En la hora de máxima demanda.

(Cal y Mayor Reyes & Cardennas Grisales, 2007) En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de máxima demanda, para una calle o intersección específica, puede ser repetitiva y

consistente durante varios días de la semana. Sin embargo, puede ser bastante diferente de un tipo de calle o intersección a otro, para el mismo periodo máximo. En cualquiera de estos casos, es importante conocer la variación del volumen dentro de las horas de máxima demanda y cuantificar la duración de los flujos máximos para así realizar la planeación de los controles de tránsito para estos periodos durante el día, tales como prohibición de estacionamientos, prohibición de ciertos movimientos de vuelta y disposición de los tiempos de los semáforos.

(Cal y Mayor Reyes & Cardennas Grisales, 2007). Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que el flujo sea constante durante toda la hora. Esto significa que existen periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujos mucho mayores a las de la hora misma. Para la hora de máxima demanda, se llama *factor de la hora de máxima demanda*, FHMD, a la relación entre el *volumen horario de máxima demanda*, VHMD, y *el flujo máximo q_{max}* ; que se presenta durante un periodo dado dentro de dicha hora: N: Numero de periodos durante la hora de máxima demanda. (véase Ecuación).

$$FHMD = \frac{VHMD}{N (q_{max})} \text{Ecuación (04)}$$

2.4.3.2. Variación horaria del volumen de tránsito.

(Cal y Mayor Reyes & Cardennas Grisales, 2007) Las variaciones de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día, dependen del tipo de ruta, según las actividades que prevalezcan en ellas, puesto que hay rutas de tipo turístico, agrícola y comercial, etc. En las ciudades se tiene una variación típica de la siguiente manera: La madrugada empieza con bajo volumen de vehículos, el cual se va incrementando hasta alcanzar cifras máximas entre las 7:30 y las 9:30 horas. De las 9:30 a las 13:00 horas vuelve a bajar y empieza a ascender para llegar a otro máximo entre las 14:00 y las 15:00 horas. Vuelve de nuevo a disminuir entre 15:00 y las 18:00 horas, cuando asciende otra vez para alcanzar un tercer máximo entre las 18:00 y las 20:00 horas. De esta hora en adelante tiende a bajar al mínimo en la madrugada.

En la zona urbana, para el caso de intersecciones, se acostumbra a tomar los datos de volumen de tránsito según sus movimientos de direccionales.

2.4.3.3. Variación diaria del volumen de tránsito.

(Cal y Mayor Reyes & Cardennas Grisales, 2007) Se han estudiado cuales son los días de la semana que llevan los volúmenes normales de tránsito. Así para carreteras principales de lunes a viernes los volúmenes son muy estables, generalmente se registran durante el fin de semana ya sea sábado o domingo, debido que durante estos días por estas carreteras circula una alta demanda de usuarios de tipo turístico y recreacional. En las calles de la ciudad, la variación

de los volúmenes de tránsito no es muy pronunciada durante la semana, sin embargo, los más altos volúmenes ocurren los viernes.

2.4.3.4. Variación mensual del volumen de tránsito.

(Cal y Mayor Reyes & Cardenas Grisales, 2007) Hay meses que las calles y carreteras llevan mayores volúmenes que otros, presentando variaciones notables. Los más altos volúmenes se presentan en semana santa, en vacaciones escolares, fin de año por las fiestas y vacaciones navideñas del mes de diciembre. Por esta razón los volúmenes de tránsito promedio que caracterizan cada vez mes son diferentes, dependiendo también en cierta manera de la categoría y del tipo de servicio que presentan las calles y carretera. Sin embargo, el patrón de variación de cualquier vialidad no cambia grandemente de año a año, a menos que ocurra cambios importantes en su diseño, en los usos de la tierra o se construya nuevas calles o carreteras que funcionen como alternas.

2.5. DEFINICIÓN DE TERMINOS BASICOS

- **Accidentes de tránsito:** Evento que cause daño a personas o cosas, que se produce como consecuencia directa de la circulación de vehículos.
- **Capacidad:** Es el número máximo de vehículos que pueden pasar por un determinado espacio de una vía durante un período de tiempo, bajo las condiciones reales predominantes de vía y tránsito. (Navarro, 2017).

- **Carriles de Tránsito:** La parte de la carretera asignada al movimiento de los vehículos. (Navarro, 2017).
- **Conductor:** Persona natural titular de la licencia de conducir de la clase y categoría que corresponda al vehículo que conduce.
- **Densidad (k):** Algunas veces denominada concentración, es el número de vehículos que viajan sobre una longitud unitaria de carretera para un instante de tiempo. En general la longitud unitaria es 1 milla, por lo que la unidad de densidad es el número de vehículos por milla (vehículos/milla).
- **Factor de Hora Pico (FHP):** Es el volumen de la hora de máxima demanda horaria, dividido entre el flujo de 15.0 min. de la hora de máxima demanda.
Flujo (q) es la tasa horaria equivalente a la cual transitan los vehículos por un punto, en una carretera durante un periodo menor a 1 hora.
- **Peatón:** se considera toda persona que va a pie por una vía pública, en general y prácticamente todos somos peatones.
- **Puntos negros:** es el espacio donde se han originado gran cantidad de accidentes, generalmente debido a un mal diseño o regulación del tránsito.
- **Red vial:** conjunto de vías con la que cuenta una jurisdicción o determinado espacio.
- **Simulación:** “es el proceso de diseñar un modelo lógico – matemático de un sistema real y reproducir sus condiciones, su comportamiento operacional y dinámico, para estudiarlo y probarlo, con el objetivo de lograr un mayor grado de conocimiento en la toma de decisiones” (Vega, 2010).

- **Tasa de flujo:** se le llama así, a la frecuencia a la cual pasan los vehículos o personas durante un tiempo específico no menor a una hora.
- **Tráfico:** tránsito de personas y circulación de vehículos por carreteras, vías, calles caminos, etc.
- **Tránsito:** acción de transitar. Sitio por donde se pasa de un lugar a otro.
- **Tránsito promedio diario anual (TPDA):** Consiste en convertir los valores de los conteos realizados durante periodos de tiempo limitados a valores característicos y representativos del ciclo anual. Dicho de otra manera, es el número de vehículos que pasan por un lugar dado durante un año, dividido entre el número de días. (Navarro, 2017)
- **Vehículo automotor:** Vehículo de más de dos ruedas que tiene motor y tracción propia.

III.- MÉTODO

3.1. TIPO-NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de Investigación

a) De acuerdo a la Orientación

La Investigación es Aplicada; en la cual se demostrará si el uso del modelo de semaforización vial y peatonal todo en rojo reduce los accidentes de tránsito y mejora la seguridad vial.

b) De acuerdo a la Contrastación

Es una Investigación Explicativa, se analizará las causas y efectos de los accidentes en las intersecciones, entre ellas la velocidad y el ciclo de cambio de luces de la semaforización, y evaluar la reducción de los accidentes de tránsito.

c) De acuerdo a la Direccionalidad

La Investigación es Prospectiva, que de acuerdo a los resultados que obtengamos influirá en mejorar la seguridad vial y reducción de los accidentes de tránsito en las intersecciones de la Av. Inca Garcilaso de la Vega.

d) De acuerdo al Tipo de Fuente de Recolección de Datos

Es una Investigación Prolectiva, se evaluará los resultados futuros, los que resultarán de la implementación de la semaforización todo en rojo de acuerdo a las necesidades de la situación de fluidez vehicular y peatonal.

e) De acuerdo a la Evolución del Fenómeno Estudiado

Es una Investigación Longitudinal, ya que se trata de un trabajo experimental y las mediciones se harán periódicamente para calibrar los equipos de semaforización instalados en la vía en estudio.

f) De acuerdo a la Comparación de las Poblaciones

Es una Investigación Descriptiva, ya que se medirán las variables relevantes de un solo Modelo (una población) a experimentar y se describirá el comportamiento.

3.1.2. Nivel de Investigación

Es de nivel II, predictiva I, se utilizará la estadística inferencial con validez y confiabilidad de instrumentos, prueba de normalidad, y el uso de estimador resultante de las muestras relacionadas, para el análisis y evaluación de resultados obtenidos antes y después del experimento.

3.1.3. Diseño de Investigación

La investigación será de tipo experimental puro y cumplirá con los tres criterios de ejecución: homogeneidad, aleatoriedad y representatividad.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Universo

Se ha tomado en cuenta, las cuatro intersecciones principales de la Av. Inca Garcilaso de la Vega de la Ciudad de Lima, por ser un foco comercial de gran

envergadura y alta densidad de desplazamiento peatonal, en donde existen puntos negros en la cual ocurren la mayor parte de los accidentes de tránsito, de la ciudad de lima y por orden de priorización se irán instalando los equipos de semaforización todo en rojo con un sistema electrónico.

3.2.2. Tamaño Muestral

Fórmula matemática representativa:

$$\frac{z^2pqN}{(N-1)e^2+pqz^2} \text{ Ecuación (05)}$$

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 5}{(5-1)0.05^2 + 0.5 * 0.5 * 1.96^2} \text{ Ecuación (06)}$$

$$n = 5$$

Dónde:

- n: Tamaño de la muestra (puntos negros).
- p: Porcentaje de población sin siniestralidad.
- q: Porcentaje de población inmerso en siniestralidad.
- N: Tamaño conocido de la población.
- z: Nivel de confianza (valor tabular asumiendo que la distribución de los datos tiene una distribución normal).
- e: Error muestral permitido en el estudio planteado (5%).

Se seleccionaron cinco (05) puntos negros para realizar el estudio y la implementación del sistema de semaforización vial y peatonal, priorizando los

puntos de mayor concentración de accidentes de tránsito.

- Para la muestra de población se levantó data de las personas que transitaban por las principales intersecciones de la Avenida Inca Garcilaso de la Vega, los días 08,09,10 de octubre 2019.

Y se aplicó la siguiente ecuación:

$$Tm = \frac{P*(1-P)}{\frac{e^2}{Z} + \frac{P*(1-P)}{U}} . \text{Ecuación (07)}$$

donde:

Tm = Tamaño de la muestra.

P = Posibilidad del dato de ser seleccionado.

1 – P = Posibilidad de no ser seleccionado.

e = Margen de error.

Z = Valor de la tabla de student.

U = Universo de datos. Reemplazando los datos de acuerdo a nuestro universo que viene a ser la cantidad de UBS que se va a ejecutar.

3.2.3. Muestreo

Se ha determinado el tamaño muestral, por lo que se estudiará los sucesos que ocurren día a día y durante las 24 horas diarias, en estos tres puntos negros, que representan las principales intersecciones, del lugar en que ocurren la mayor cantidad de accidentes de tránsito. También serán estudiados los sucesos que

ocurran después de la implementación de la semaforización y sincronización todo en rojo.

3.3. ESTRATEGIA DE HIPOTÉISIS

3.3.1. Hipótesis Nula Principal.

Un modelo de semaforización vial y peatonal, todo en rojo; NO reduciría la siniestralidad vehicular y peatonal en las principales intersecciones la Av. Inca Garcilaso de la Vega.

3.3.2. Hipótesis Nulas Secundarias.

- Un modelo de semaforización vial y peatonal, todo en rojo; NO ayuda a disminuir los accidentes de tránsito y peatonal, en las intersecciones principales de la avenida Inca Garcilaso de la Vega.
- Un modelo de semaforización vial y peatonal, todo en rojo; No mejoraría el desplazamiento peatonal en las intersecciones principales de la avenida Inca Garcilaso de la Vega.
- Un modelo de semaforización vial y peatonal, todo en rojo; No mejoraría el sistema de seguridad vial, en las intersecciones principales de la avenida Inca Garcilaso de la Vega.

3.4. TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS

- Conteo de vehículos
- Conteo de peatones
- Diseño vial

3.5. TÉCNICAS e INSTRUMENTOS USADOS

INVESTIGACIÓN DE CAMPO	
TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
La Observación directa: Sistemática o estructurada. Participante. Individual De grupo Usuarios Procedimientos.	Diario de campo. Fichas de observación. Metodología de los Sistemas Suaves Verificación Manual de procedimientos. Actividades de gestión.
La Observación indirecta:	Diario de Campo. Fichas de observación
Realización de Entrevistas: Estructuradas. Espontaneas. Dirigidas.	Formato de entrevistas. Diario de campo. Grabaciones magnetofónicas.
Aplicación de Cuestionario: Abierto Cerrado.	Hojas de Cuestionario
INVESTIGACION NO EXPERIMENTAL	
TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Elaboración de modelos. Utilización de gabinetes. Seguimiento del comportamiento de las autoridades. Seguimiento de las metodologías Seguimiento del comportamiento.	Hojas estructuradas. Fichas de seguimiento. PC´s Internet: página web. Metodología de los sistemas suaves.

INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL	
TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Revisión de: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Libros. ❖ Revistas. ❖ Tesis ❖ Periódicos. ❖ Documentos ❖ Fotografías. ❖ Equipos de computo ❖ Internet. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Fichas ❖ Cuadros sinópticos. ❖ Fotocopias. ❖ Diagramas. ❖ Computador. ❖ CD, disquete, casete ❖ Estadística inferencial

3.6. PROCESAMIENTOS DE DATOS

Se utilizará programas de sincronización de semáforos.

3.7. DISEÑO ESTADÍSTICO

Con un nivel de confianza al 95%, Para probar la relación entre dos variables, el enunciado de la Hipótesis nula nos orientará respecto a la prueba que va a emplearse. Para tal efecto se utilizará la estadística paramétrica, luego de la evaluación de determinación de la prueba de normalidad, y el uso del estimador estadístico para las muestras relacionales, se obtendrá un factor que servirá para comparar varios grupos en una variable cuantitativa, por lo tanto, de trata de una de generalización de la prueba T para dos muestras.

A la variable categórica (nominal u ordinal) que define los grupos que deseamos comparar, se le llamara independiente o factor y la representamos con VI a la variable cuantitativa (de intervalo o razón) en la que deseamos comparar los grupos la llamamos dependientes y la representamos por VD.

Se utilizará un estimador estadístico de prueba, utilizando el paquete estadístico SPSS V.25.

3.7.1. Tipo de Experimento.

U → V → M

U: UNIDADES DE ANALISIS

V: VARIABLE INDEPENDIENTE

M: MEDICION

IV. RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS SITUACIONAL

El área de estudio contempla la vía Av. Inca Garcilaso de la Vega, desde Av. Nicolás de Piérola hasta Av. Paseo Colón, considerando las intersecciones principales en este tramo del Centro de la ciudad de Lima.

4.1.1. Sentidos de Circulación de Tránsito

Como parte de las labores de reconocimiento de la zona se procedió a levantar los sentidos de circulación de la red vial comprendida en el área de influencia, de acuerdo a sus actuales condiciones de operación y sus correspondientes restricciones de circulación.



Figura 10: Sentidos de circulación circundante al área de influencia
Fuente: Elaboración Propia

Para el análisis del estudio se consideró un total de cinco vías, las cuales son:

Tabla 4:

Vías a ser afectadas y sus sentidos de circulación

N°	VÍA	SENTIDO DE CIRCULACIÓN
1	Av. Garcilaso de La Vega	Norte - Sur / Sur - Norte
2	Av. Nicolás de Piérola	Este - Oeste / Oeste - Este
3	Av. Uruguay	Este - Oeste
4	Av. Bolivia	Oeste - Este
5	Av. Paseo Colón	Este - Oeste / Oeste - Este

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. Censos Directivos y Selectivos del Tránsito Vehicular

La finalidad de los censos directos y selectivos es conocer el comportamiento actual del tránsito. Es decir, identificar los modos de transporte y la decisión de movimiento dentro del área de estudio.

La metodología seguida para la aplicación de la recolección y procesamiento de datos de campo, ha sido tomada del “Manual de Encuestas de Transporte Urbano -1989” del Instituto de Inversiones Metropolitanas de Lima – INVERMET, “Términos de Referencia para Afors de Tránsito Vehicular y Capacidad de Utilización de los Modos de Transporte Urbano” de la Autoridad Autónoma del Tren Eléctrico de Lima – AATE y Estudios de campo de la GTU/MML.

A partir del análisis de los estudios mencionados, se diseñó la toma de información primaria que permite obtener datos representativos del comportamiento del tránsito de vehículos, en las calles e intersecciones que forman parte del presente estudio.

4.1.2.1. Aforos vehiculares

Para conocer el flujo vehicular de la zona, se realizó conteos vehiculares los días 08, 09 y 10 de octubre del año 2019. La toma de datos fue realizada en el rango de las 07:00 hasta las 20:00 horas, tomando en cuenta los siguientes horarios: mañana (07:00 – 10:00), tarde (12:00 – 15:00) y noche (17:00 – 20:00 h), teniendo un total de 9 horas contadas. Los aforos vehiculares fueron registrados en intervalos de quince minutos durante las horas de registro en los puntos definidos por el estudio.

4.1.2.1.1. Tipos de Vehículos

Los aforos vehiculares fueron registrados en los formatos de campo, diferenciándose los distintos tipos de vehículos motorizados de la siguiente manera:

- Ómnibus
- Automóviles (incluye taxis, camionetas pick-up y Station Wagon)
- Camiones.
- Camionetas Rurales.
- Moto Lineal

Tabla 05:
Tipología Vehicular

AUTOS	BUS
	
CAMIONETA RURAL	MOTOTAXI – MOTO LINEAL
	
CAMIONES	CAMIONES > A 2EJES
	
MICRO	BUS INTERPROVINCIAL
	

Fuente: Elaboración Propia

Esta tipología se basa en la longitud y capacidad del vehículo para la simulación, además es un resumen de los tipos de vehículos según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Los camiones cisternas se ubican dentro de la tipología vehicular: camiones > 2 ejes.

Se utilizó el Formato de Campo FC-01 (vehicular) para recopilar datos, véase en la Fig. N° 11. Pág. N° 78.

FLUJOS VEHICULARES																								
INTERSECCION: _____																								
FECHA: _____																								
ENCUESTADOR: _____																								
HORA INICIO: _____																								
HORA FINAL: _____																								
HORA	 AUTO			 BUS INTERPROV.			 OMNIBUS			 MICROBUS			 C. RURAL			 MOTOTAXI			 CAMION			 TRAILER		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
07:00 A 07:15																								
07:15 A 07:30																								
07:30 A 07:45																								
07:45 A 08:00																								

Figura N° 11: Formulario de Campo (FC- 01 FLUJOS VEHICULARES)
Fuente: Elaboración Propia.

4.1.2.1.2. Factores de conversión de unidad coche patrón.

A efectos de uniformizar el registro de datos de los aforos vehiculares para los modos de transporte público y privado, se utilizaron Factores de Conversión a Unidad Coche Patrón (UCP), según el Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual - HCM vigente) el cual está aprobado mediante el Manual de Diseño Geométrico DG-2016-MTC.

Los factores de conversión de Unidad Coche Patrón, son usados para uniformar los tamaños de los vehículos a un solo tipo de vehículos patrón, al cual hay que transformar por equivalencia los demás tipos de vehículos.

A continuación, se presenta el cuadro de factores de conversión UCP que se utilizó en este estudio.

Tabla 06:
Cuadro de equivalencia en Unidad Coche Patrón

TIPO DE VEHICULO	FACTOR UCP
AUTO	1.00
CAMIONETA RURAL	1.25
BUS INTERPROVINCIAL	3.00
MICROBUS	2.00
CAMIÓN	3.50
OMNIBUS	3.00
TRAILER	3.50
MOTOTAXI	0.75
MOTO LINEAL	0.33

Fuente: Highway Capacity Manual 2000

Según el HCM, la composición vehicular en el diseño de vías permite un flujo vehicular medido en la unidad de coche patrón (UCP). Sin embargo, el tipo de vehículo “vehículo menor” no se encuentra identificado bajo una clasificación UCP; aunque generalmente en el entorno local, se considera este tipo de vehículos como del tipo “Moto” con un factor de 0.75 debido a la similitud de sus características con estos vehículos.

Para el análisis del tráfico es necesario identificar cada tipo y modo de transporte, a fin de conocer la cantidad real de vehículos presentes en el área de influencia del Proyecto.

En las siguientes tablas (N°: 07, 08, 09 y 10), se muestran los flujos vehiculares de todas las intersecciones de la mayor hora punta, realizados el día jueves 10 de octubre del 2019.

Tabla 07:

Resumen de los flujos vehiculares Av. Garcilaso de la Vega – Av. Nicolás de Piérola– jueves 10/10/19

Vía	Sentido	UCP
Av. Garcilaso de la Vega	NS	1160
Av. Garcilaso de la Vega	NO	78
Av. Garcilaso de la Vega	SN	1370
Av. Garcilaso de la Vega	SE	65
Av. Nicolás de Piérola	EO	384
Av. Nicolás de Piérola	EN	85
Av. Nicolás de Piérola	OE	345
Av. Nicolás de Piérola	OS	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 08:

Resumen de los flujos vehiculares Av. Garcilaso de la Vega – Av. Uruguay– jueves 10/10/19

Vía	Sentido	UCP
Av. Garcilaso de la Vega	NS	1054
Av. Garcilaso de la Vega	NO	65
Av. Garcilaso de la Vega	SN	1280
Av. Uruguay	EO	750
Av. Uruguay	EN	150
Av. Uruguay	ES	86

Fuente: Elaboración propia

Tabla 09:

Resumen de los flujos vehiculares

Av. Garcilaso de la Vega – Av. Bolivia– jueves 10/10/19

<u>Vía</u>	<u>Sentido</u>	<u>UCP</u>
Av. Garcilaso de la Vega	NS	1059
Av. Garcilaso de la Vega	NE	81
Av. Garcilaso de la Vega	SN	1055
Av. Garcilaso de la Vega	SE	160
Av. Bolivia	OE	623
Av. Bolivia	ON	225
Av. Bolivia	OS	201

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10:

Resumen de los flujos vehiculares

Av. Garcilaso de la Vega – Av. Paseo Colón– jueves 10/10/19

<u>Vía</u>	<u>Sentido</u>	<u>UCP</u>
Av. Garcilaso de la Vega	NS	1201
Av. Garcilaso de la Vega	NO	70
Av. Garcilaso de la Vega	SN	1204
Av. Garcilaso de la Vega	SE	125
Av. Paseo Colón	OE	2345
Av. Paseo Colón	OS	102
Av. Paseo Colón	EO	1950
Av. Paseo Colón	EN	67

Fuente: Elaboración propia

4.2. MODELAMIENTO

4.2.1. Escenario Vehicular

Se considerará la hora punta base de toda la red. Por lo tanto, para el presente estudio, se tomó como hora punta base, al periodo de máxima demanda siendo el horario de: AM (07:30 h – 08:30h), el cual se utilizó para el proceso de calibración y para el proceso de simulación.

De acuerdo a la Tablas N°: 7, 8, 9 y 10 se puede observar los datos de mayor volumen vehicular censado en la Av. Garcilaso de la Vega y sus avenidas intersectantes más cercanas en el trabajo de investigación, y corresponde al turno de la mañana.

A continuación, se presenta el análisis detallado de la intersección materia de estudio: Av. Garcilaso de la Vega – Av. Bolivia. Luego, estos datos se insertaron al software en base a la unidad de conversión coche patrón (UCP), teniendo en cuenta que el Software de Simulación Synchro 8.0, requiere utilizar las características de los vehículos de acuerdo a su naturaleza: tamaño, factor de hora punta, velocidad de recorrido, capacidad, maniobra, entre otras.



Figura 12: Flujograma de la Av. Garcilaso de la Vega – Av. Bolivia

Fuente: Elaboración Propia

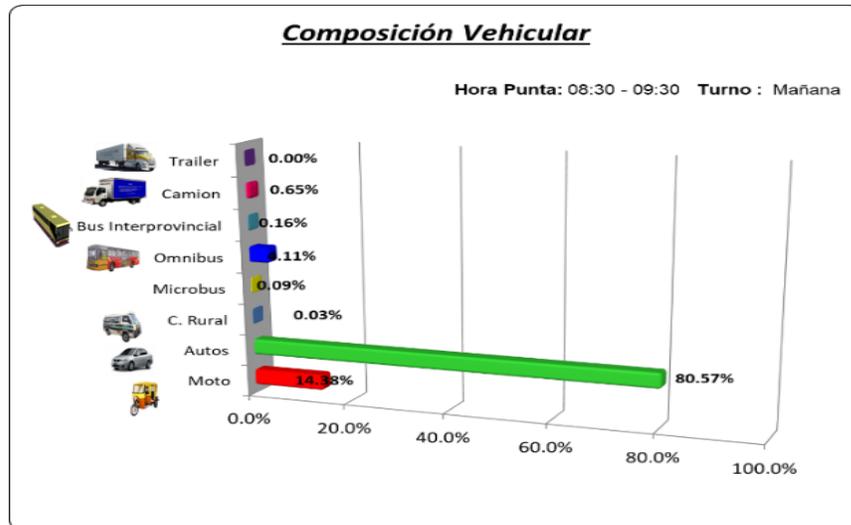


Figura 13: Composición Vehicular
Fuente: Elaboración Propia

A continuación, los gráficos nos dan una idea más clara del comportamiento vehicular en dicha zona de estudio.

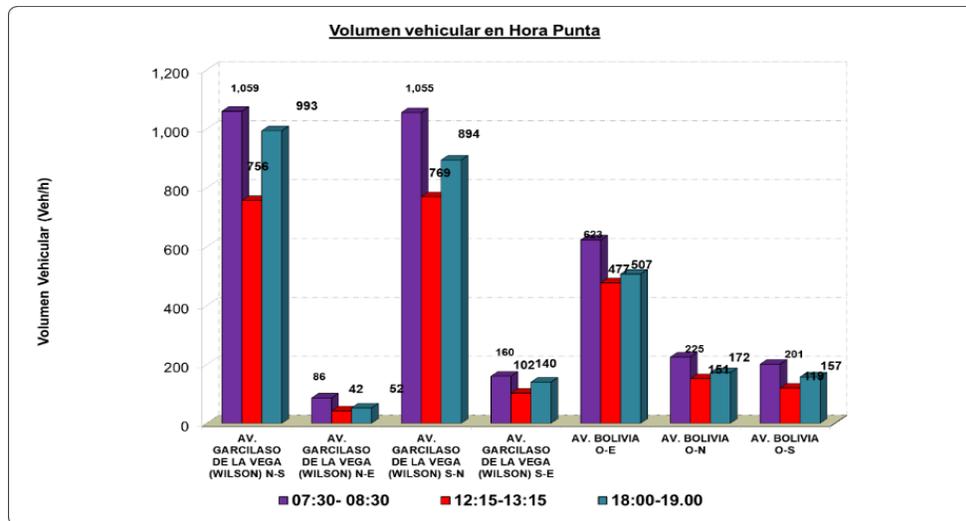


Figura 14: Flujo vehicular expresado en base los sentidos de origen y destino (UCP)
Fuente: Elaboración propia

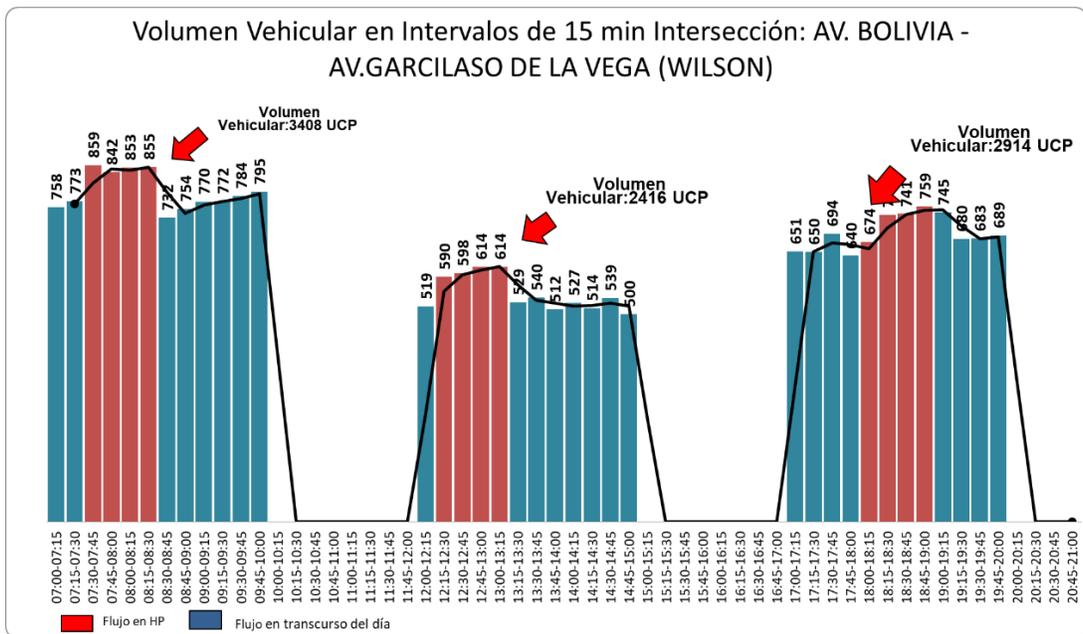


Figura 15: Volumen vehicular expresado en UCP
Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Escenario Peatonal

Paralelamente a los censos vehiculares se efectuaron los censos peatonales en el siguiente punto:

- Av. Garcilaso de la Vega - Av. Bolivia.

El censo peatonal fue realizado el día jueves 10 de octubre, de 18:15 a 19:15, dado que la avenida se encuentra en el área de la evaluación.

A continuación, se muestran los volúmenes peatonales del día levantado en campo:

Tabla 11:
Resumen de los flujos peatonales
Av. Garcilaso de la Vega – Av. Paseo Colón– jueves 10/10/19

Vía	Movimiento	UCP AM	UCP MM	UCP PM
Av. Garcilaso de la Vega	1-2	2493	3041	5079
Av. Garcilaso de la Vega	3-4	2541	2667	5158
Av. Bolivia	5-6	2272	2361	2852
Av. Bolivia	7-8	2258	2218	3039

Fuente: Elaboración propia

Las imágenes que se presentan a continuación muestran los volúmenes peatonales en la fecha de máxima demanda según corresponda

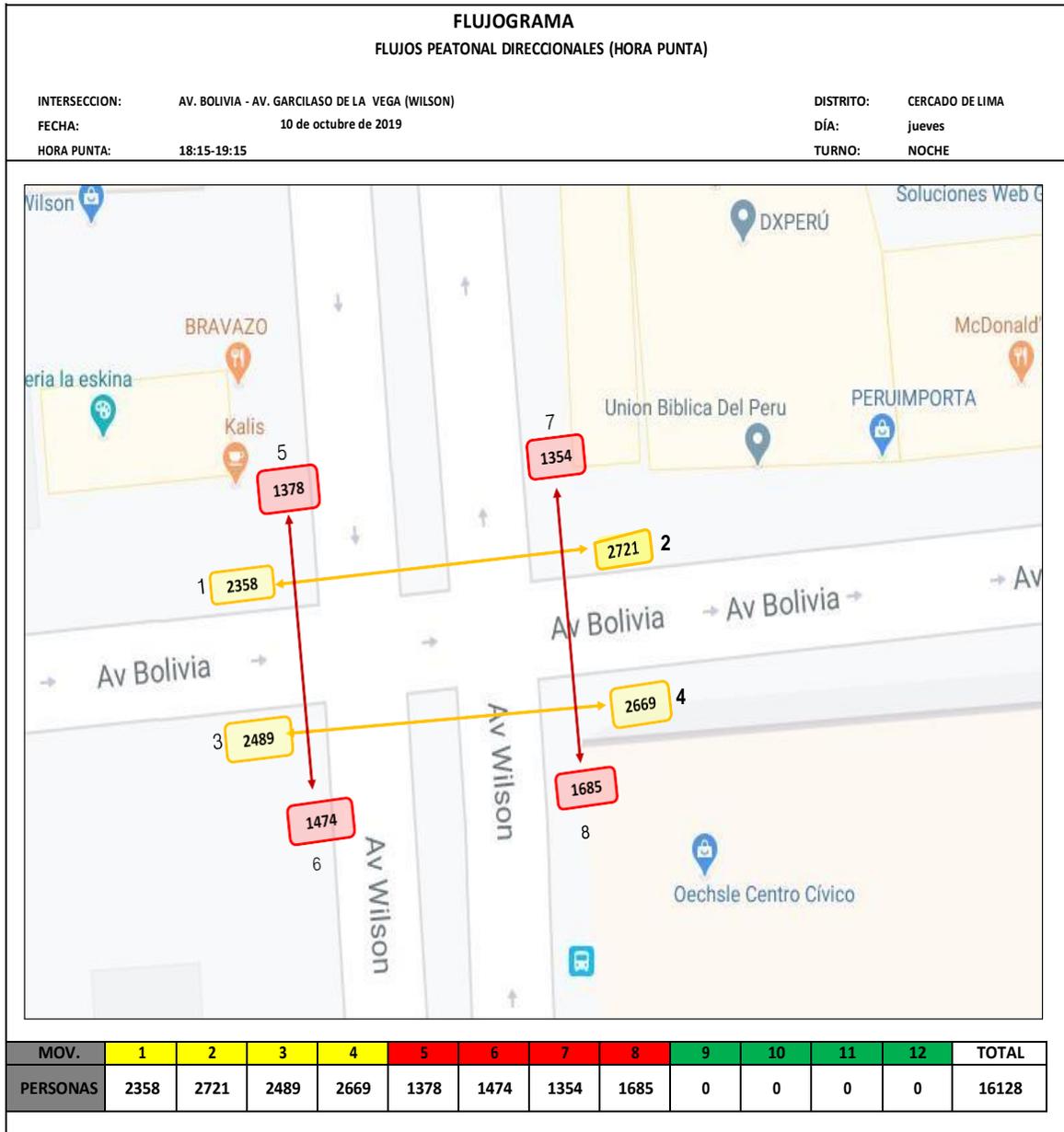


Figura 16: Análisis peatonal intersección hora punta noche en la A. Garcilaso de la Vega-Av. Bolivia.
 Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran las figuras correspondientes al tránsito peatonal.

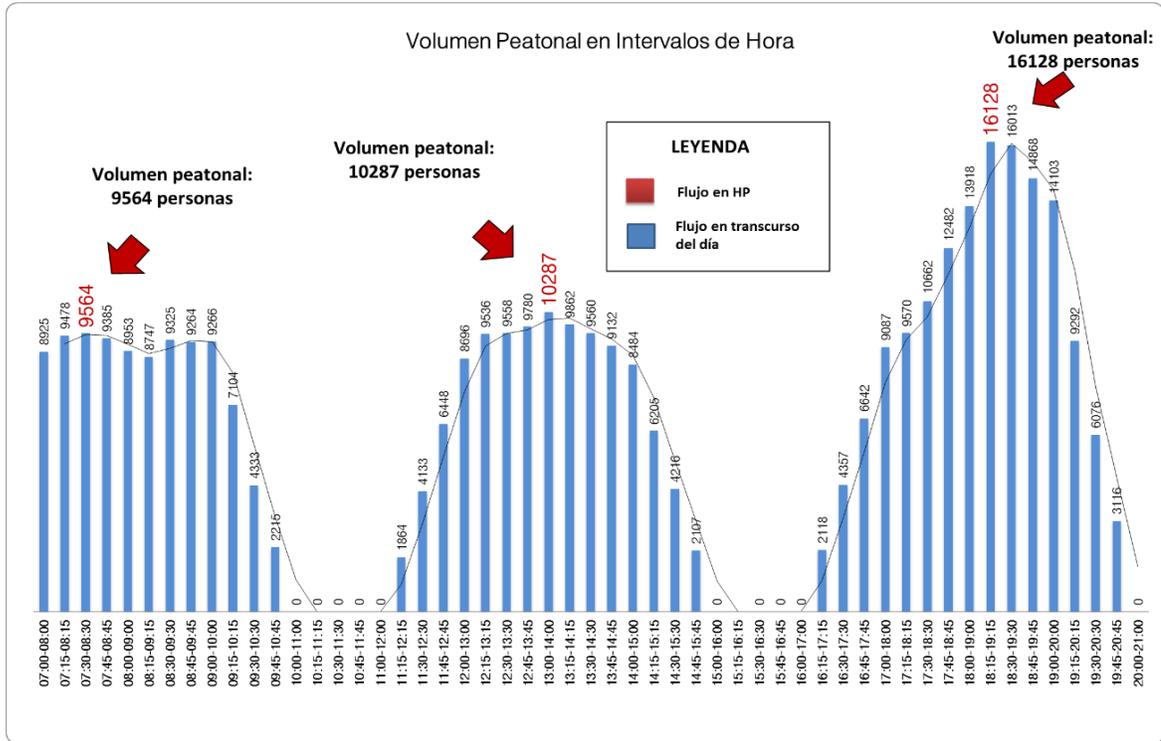


Figura 17: Comportamiento del tránsito peatonal la A. Garcilaso de la Vega-Av. Bolivia.
Fuente: Elaboración propia

Del aforo peatonal efectuado en la intersección: Av. Garcilaso de la Vega - Av. Bolivia, se identificó que el mayor volumen peatonal que transita por esta intersección se registró en el periodo de la noche del día jueves 10 de octubre de 2019, donde los peatones no cuentan con segundos de un todo en rojo en el cruce de la intersección, por lo que se quedan en la berma central, generando problemas para completar su desplazamiento de toda la intersección.

El nivel de servicio actual de la circulación peatonal en el área de influencia del Proyecto en evaluación, ha sido determinado utilizando el Método del Highway Capacity Manual (HCM - 2000), considerándose los flujos vehiculares por

sendero peatonal (vereda o cruce de peatones) y los flujos peatonales registrados dentro de la hora punta del proyecto.

El volumen peatonal de la intersección, es en promedio 15,928 peatones en hora punta, por lo que concluye lo siguiente:

De los análisis realizados respecto a los flujos peatonales, se tiene que los Niveles de Servicio son “D” y “B”, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 12:
Niveles de servicio actual según método del HCM-2000
Av. Garcilaso de la Vega – Av. Paseo Colón– jueves 10/10/19

Aproxim. Peatonal	Mov.	Peaton/Hr. (Pt/Hr.) (1)	Peatones/m in (Pt/min) (2)=(1)/60	Ancho efectivo (vereda) mts (3)	Intensidad unitaria (pt/min/m) (4)=(2)/(3)	NS Peatonal
Av. Garcilaso de la Vega	1-2	5079	84.65	2.40	35.27	D
Av. Garcilaso de la Vega	3-4	5158	85.97	2.40	35.82	D
Av. Bolivia	5-6	2852	47.53	2.40	19.81	B
Av. Bolivia	7-8	3039	50.65	2.40	21.10	B

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes figuras se detallan los rangos de medición de los niveles de servicio peatonales, según el método del Highway Capacity Manual – 2000:

a. Nivel de servicio A

Espacio Peatonal > 5.6 m²/peatón

Flujo ≥ 16 peatones/min/m

En un andén con nivel de servicio A, los usuarios se mueven en zonas ideales sin interferencias debido a otros peatones. Las velocidades de marcha son elegidas libremente y los conflictos entre peatones son improbables.

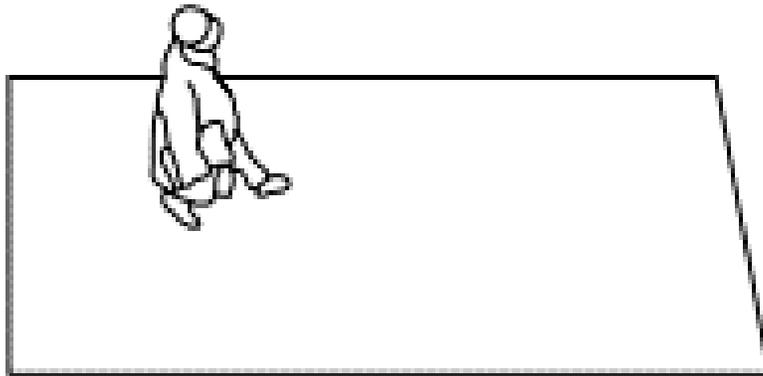


Figura 18: Nivel de Servicio Peatonal A.
Fuente: HCM-2000

b. Nivel de servicio B

Espacio Peatonal $>3.7 - 5.6$ m²/ peatón

Flujo $\leq 16 - 23$ peatones/min/m

En el nivel de servicio B los usuarios se mueven en zonas ideales sin interferencias debido a otros peatones. Las velocidades de marcha son elegidas libremente y los conflictos entre peatones son improbables.

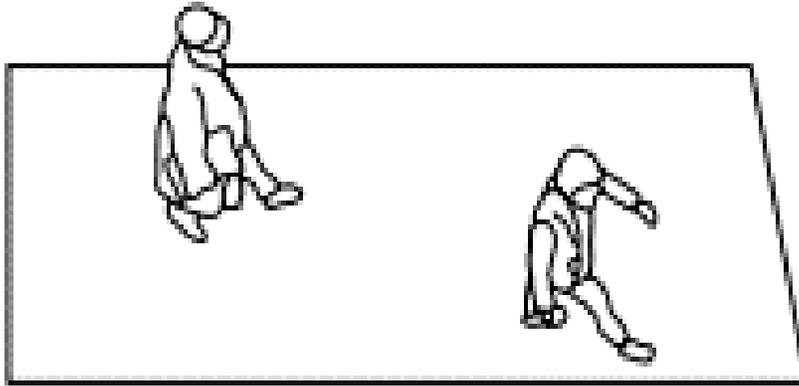


Figura 19: Nivel de Servicio Peatonal B.
Fuente: HCM-2000

c. Nivel de servicio C

Espacio Peatonal $>2.2 - 3.7$ m²/ peatón

Flujo $\leq 23 - 33$ peatones/min/m

En el nivel de servicio C el espacio es suficiente para velocidades de marcha normales y para sobrepasos, sobre otros peatones en la dirección principal. El movimiento en dirección contrario o la realización de cruces pueden causar pequeños conflictos, lo que hará que las velocidades y flujos sean un poco menores.

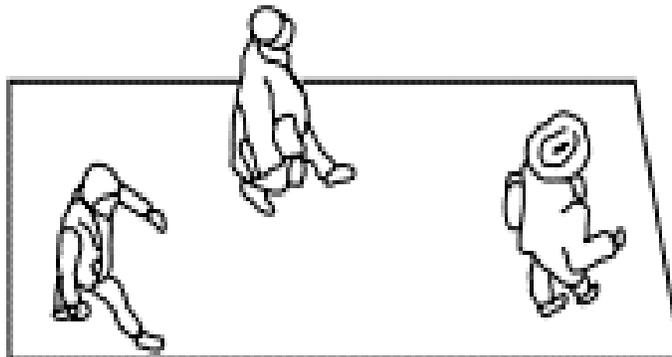


Figura 20: Nivel de Servicio Peatonal C.
Fuente: HCM-2000

d. Nivel de servicio D

Espacio Peatonal $>1.4 - 2.2$ m²/ peatón

Flujo $\leq 33 - 49$ peatones/min/m

En este nivel de servicio la libertad de elegir la velocidad de marcha individual o realizar sobrepasos están restringidos. Los movimientos en la dirección secundaria o en cruce presentan una alta probabilidad de conflictos, requiriendo frecuentes cambios de posición y velocidad. Este nivel de servicio indica una circulación razonablemente fluida pero la fricción e interacción entre los peatones es muy probable.

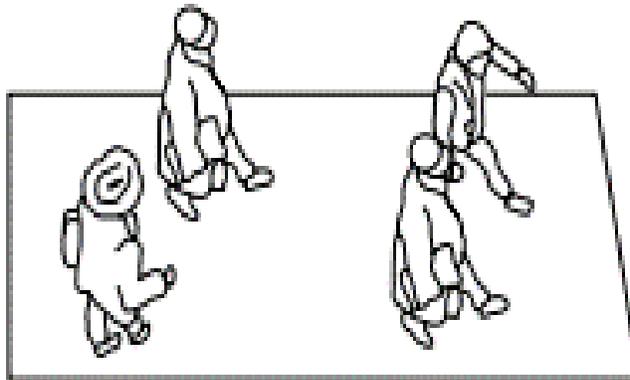


Figura 21: Nivel de Servicio Peatonal D.
Fuente: HCM-2000

e. Nivel de servicio E

Espacio Peatonal $>0.75 - 1.4 \text{ m}^2/\text{peatón}$

Flujo $\leq 49 - 75 \text{ peatones}/\text{min}/\text{m}$

En este nivel de servicio E, virtualmente los peatones restringen su velocidad marcha, ajustando con frecuencia su paso. En su nivel más bajo, el movimiento hacia adelante es posible solamente arrastrando los pies. El espacio no es suficiente para hacer sobrepasos sobre los peatones más lentos. Los movimientos en la dirección secundario o la realización de cruces son posibles, pero con dificultad extrema. Los volúmenes de diseño se acercan al límite de la capacidad peatonal con cuellos de botella e interrupciones del flujo.

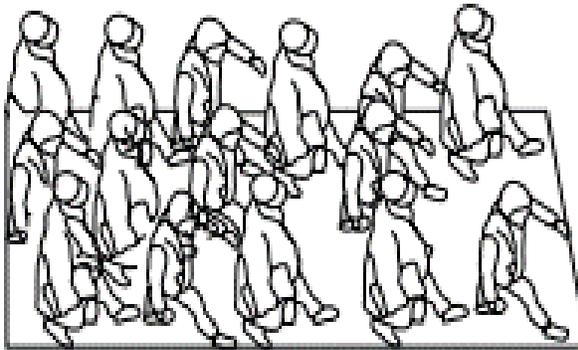


Figura 22: Nivel de Servicio Peatonal E.
Fuente: HCM-2000

f. Nivel de servicio F

Espacio Peatonal ≤ 0.75 m²/ peatón

En el nivel de servicio F, todas las velocidades de marcha están totalmente restringidas y el movimiento hacia adelante se realiza solamente arrastrado los pies. Hay un contacto frecuente e inevitable con otros peatones. Los movimientos en la dirección secundaria o la realización de cruces son virtualmente imposibles de realizar. El flujo es esporádico e inestable. El espacio es más característico de zonas de espera que de zonas e pasos peatonales.

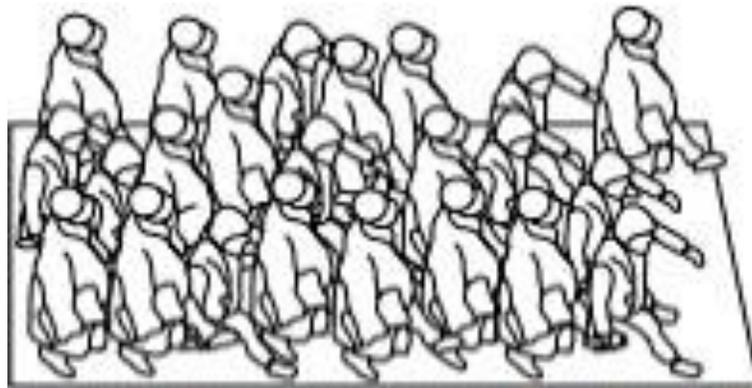


Figura 23: Nivel de Servicio Peatonal F.
Fuente: HCM-2000

4.2.3. Modelamiento del Escenario Actual.

4.2.3.1. Input.

El alcance de la modelación comprende las siguientes intersecciones:

- Av. Garcilaso de la Vega.
- Av. Nicolás de Piérola.
- Av. Uruguay.
- Av. Bolivia.
- Av. Paseo Colón.

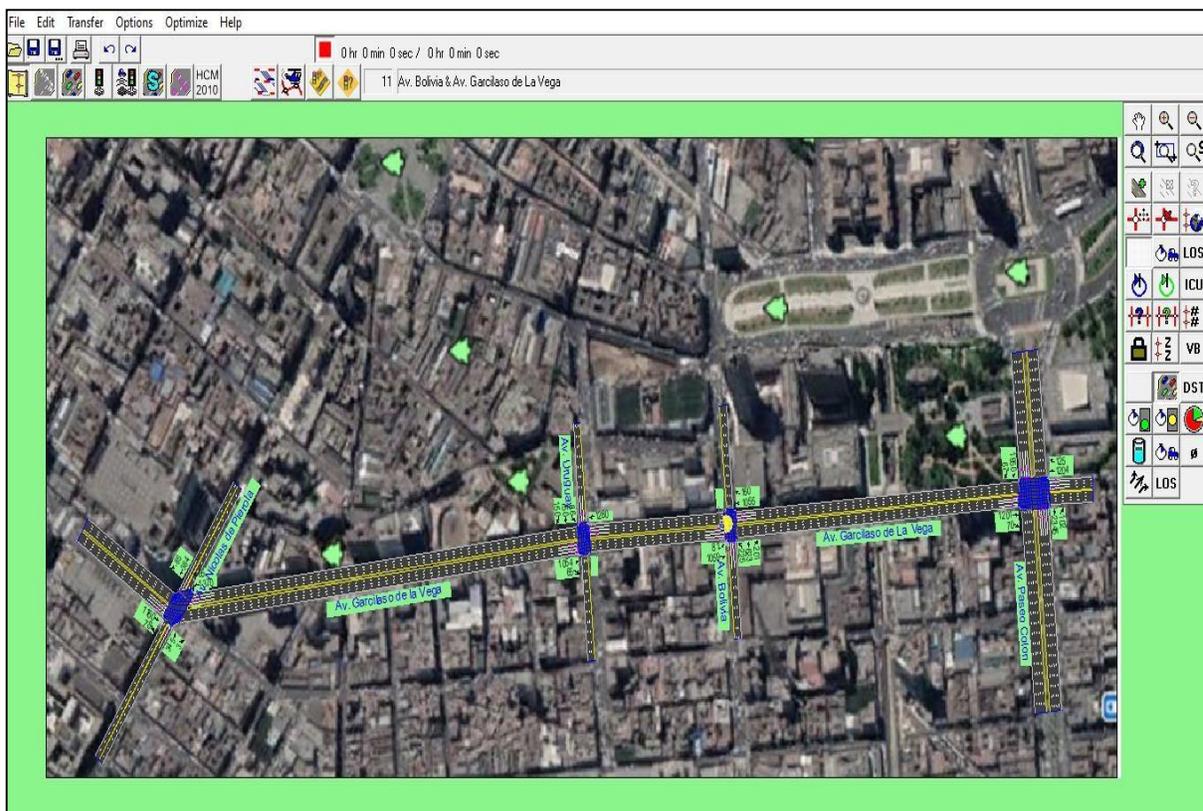


Figura 24: Definición del área de modelación

Fuente: Modelación Synchro

4.2.3.1.1. Diseño del circuito vial.

Se diseñó el circuito vial, tomando como base la imagen satelital del área de influencia del proyecto con su respectiva escala aplicada en el software Synchro 8.0. donde se ubican los nodos (intersecciones) y enlaces (tramos), la geometría vial, así como el diseño de la distribución de los flujos vehiculares direccionales por grupo de carriles, los cuales se aprecian en la siguiente figura:

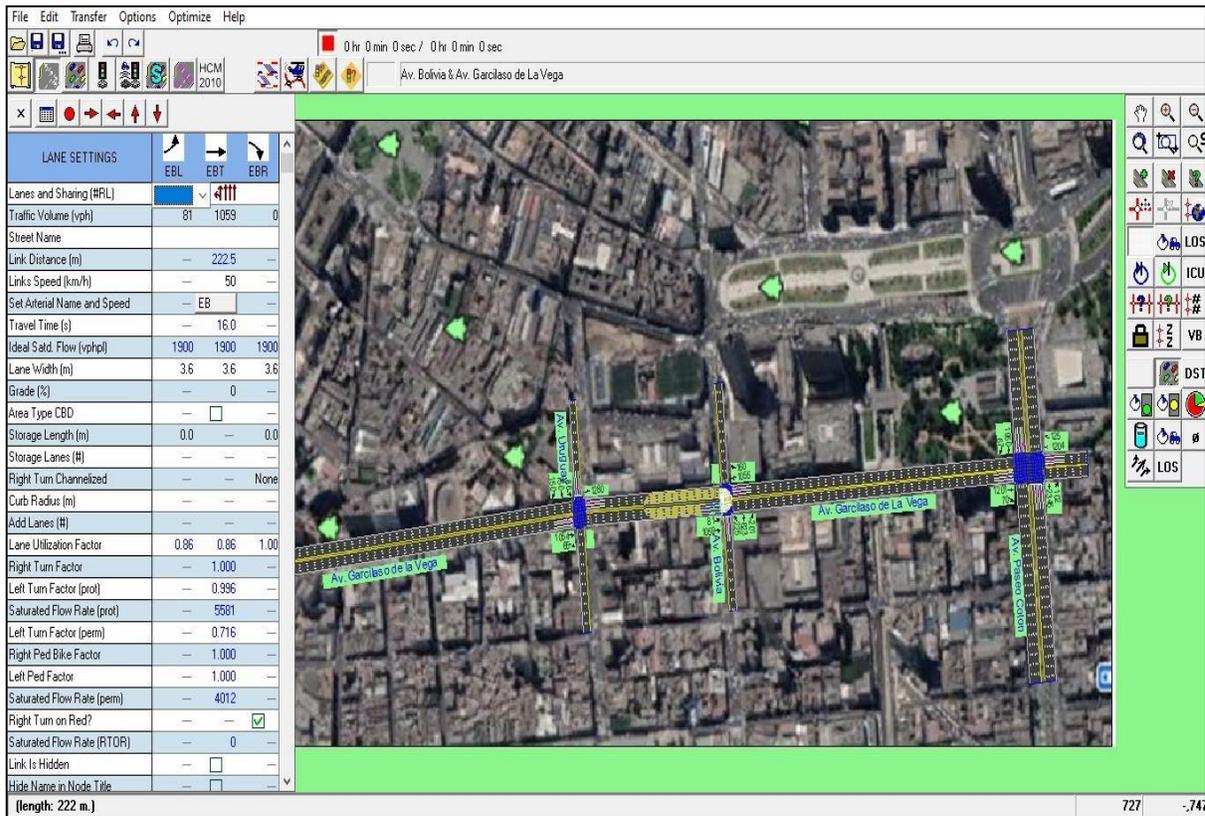


Figura 25: Diseño del circuito vial

Fuente: Modelación Synchro.

4.2.3.1.2. Configuración de carriles.

El cual se realiza según los datos levantados en los trabajos de campo y el plano topográfico

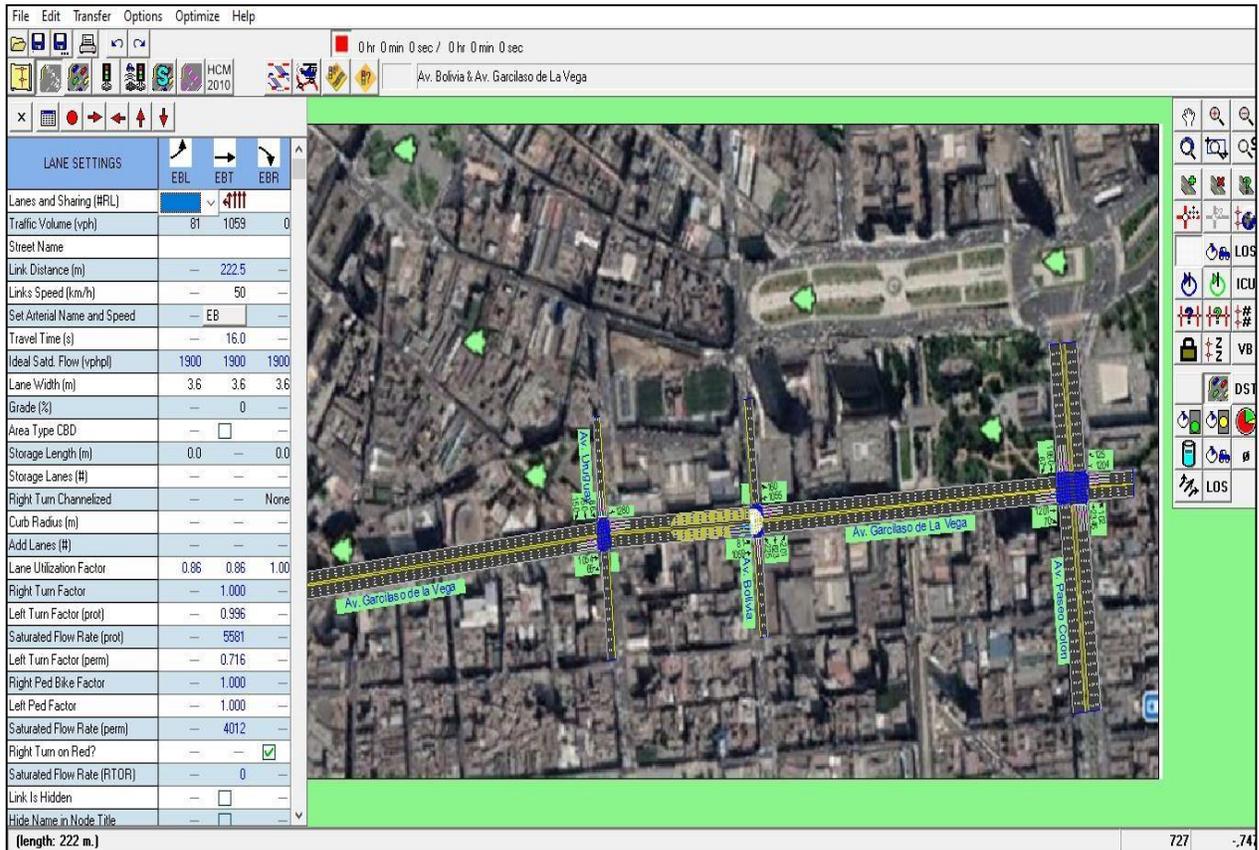


Figura 26: Configuración de carriles

Fuente: Modelación Synchro.

4.2.3.1.3. Configuración de volúmenes.

Se tomó en consideración los flujos vehiculares tomados en campo, agrupándolos por giro.

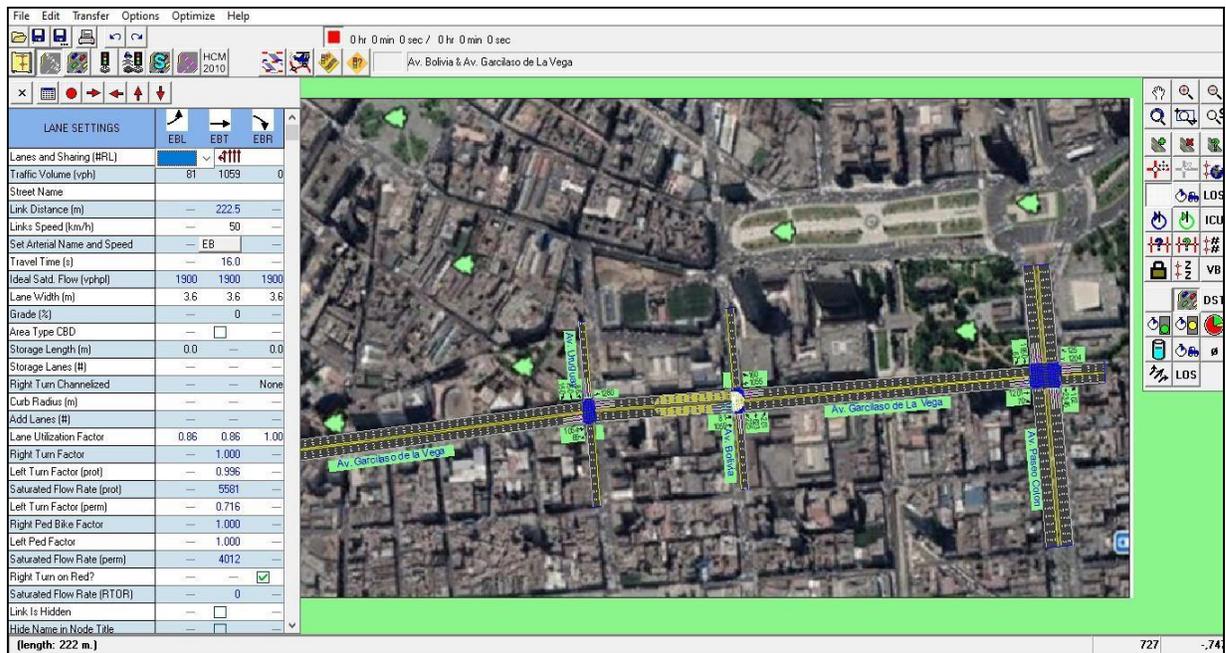


Figura 27: Configuración de volúmenes

Fuente: Modelación Synchro.

4.2.3.1.4. Configuración de tiempo de ciclo (SemafORIZACIÓN).

Actualmente la intersección en estudio (Av. Garcilaso de la Vega – Av. Bolivia), se encuentra equipada con semáforos, el cual se encuentra en funcionamiento con un tiempo de ciclo de 214 segundos la cual presenta un nivel de servicio D con demoras de 39.7 segundos, esto se debe al gran número de vehículos que transitan por esta vía llegando a transitar hasta 3,212 vehículos (3,408 UCP) por hora en la intersección principal.

Asimismo, este ciclo no contempla un rojo total (despeje de la intersección) siendo este necesario para el despeje de los peatones en toda la intersección.

↑ a2	→ a4
102 s	112 s
↓ a6	
102 s	
Av. Wilson & Av. Bolivia (214 -100)	
v/c ok Mins ok	

Figura 28: Tiempo de Ciclo Actual Av. Garcilaso de la Vega – Av. Bolivia
Fuente: Modelación Synchro.

4.2.3.2. Calibración.

4.2.3.2.1. Factor hora punta.

Se ha asignado a cada uno de los giros en hora punta del resultado de los censos vehiculares.

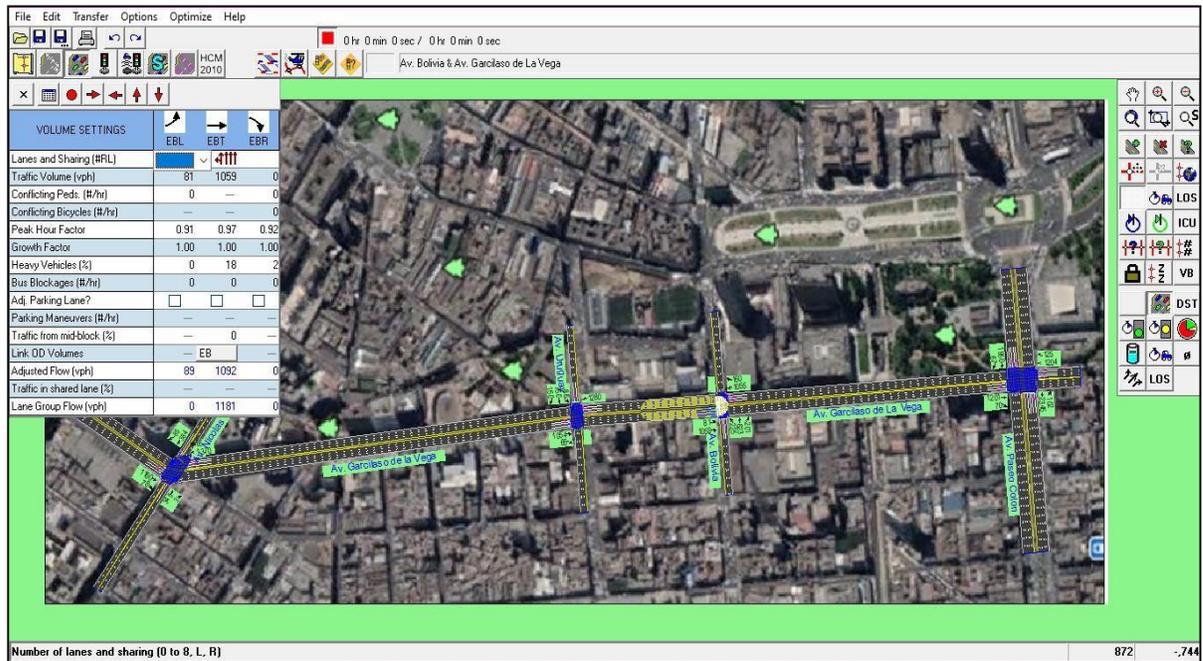


Figura 29: Factor de hora punta
Fuente: Modelación Synchro.

4.2.3.2.2. Vehículos pesados.

Se ha asignado a cada uno de los giros en hora punta del resultado de los censos vehiculares.

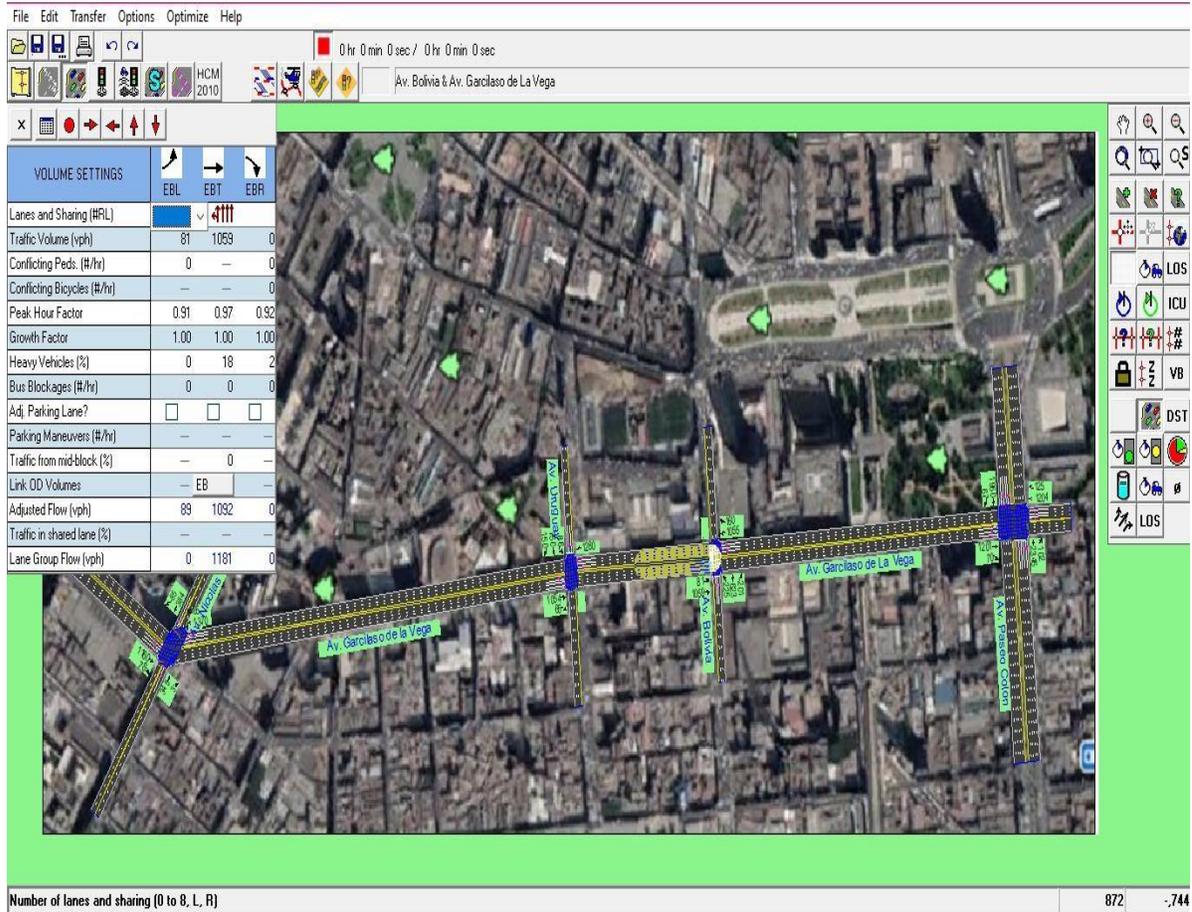


Figura 30: Porcentaje de vehículos pesados

Fuente: Modelación Synchro.

4.2.3.3. Resultados.

Los resultados obtenidos a través del Software de Simulación Synchro 8.0., se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 13:
Valores con el Software de Simulación Synchro 8.0

Intersección	v/c	Demora (seg.)	Nivel de Servicio LOS	Capacidad de Reserva ICU
Av. Garcilaso de la Vega – Av. Bolivia	0.64	39.7	D	0.66
Av. Garcilaso de la Vega – Av. Nicolás de Piérola	0.42	26.5	C	0.41
Av. Garcilaso de la Vega – Av. Uruguay	0.45	30.6	C	0.45
Av. Garcilaso de la Vega – Av. Paseo Colón	0.61	33.3	C	0.55

Fuente: Elaboración propia

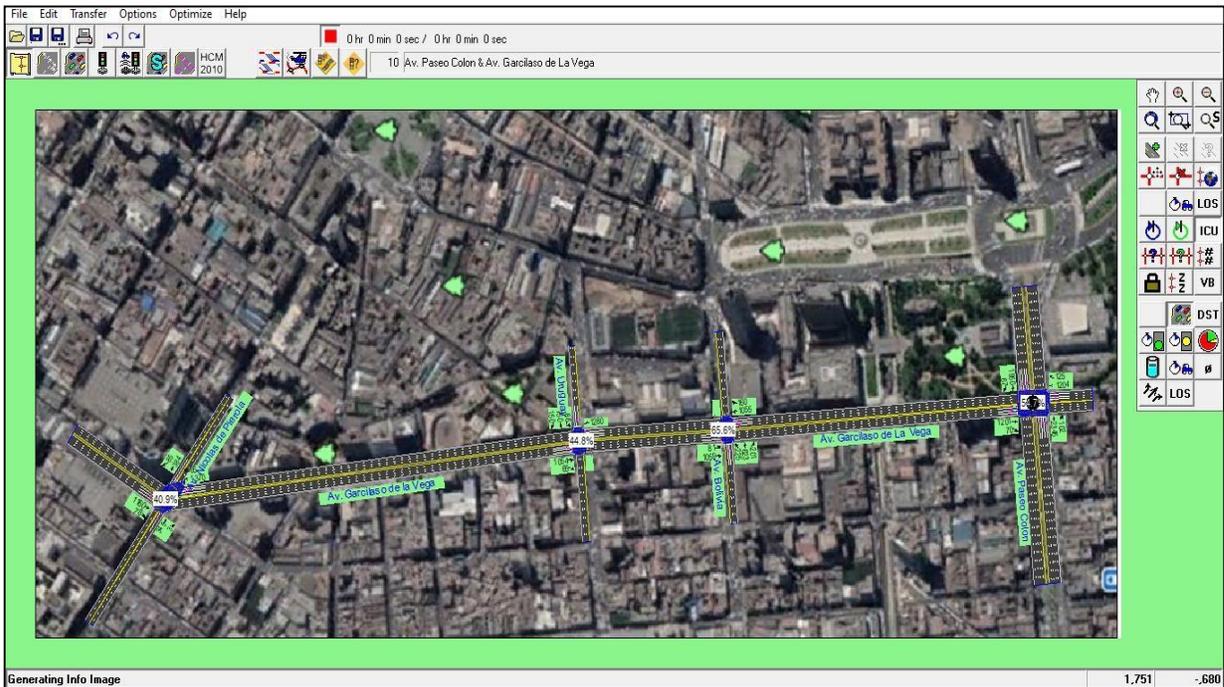


Figura 31: Resultados ICU Situación Actual
Fuente: Modelación Synchro.

De acuerdo a los resultados de la modelación, como se puede observar los niveles de servicio de la situación actual en las intersecciones evaluadas son “C y D”, donde se puede concluir que la situación del escenario actual no es crítica.

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. INPUT.

Para una mejor utilización de la vía se propone como una medida de mejoramiento, la reprogramación del ciclo semafórico, optimizando el tiempo del semáforo con un ciclo de 100 segundos con tiempos de rojo y verde, incluyendo la propuesta de todo rojo a 15 segundos, tal como se muestra en la siguiente figura, de tal manera que los tiempos de demoras disminuyan y el nivel de servicio mejore.

Los lugares en donde se instalen semáforos peatonales deben complementarse con la respectiva demarcación en el pavimento. Los semáforos para paso peatonales incluyen los correspondientes a los usuarios con movilidad reducida, en cuyo caso debe complementarse con las respectivas rampas de acceso. (comunicaciones M. d., Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016)

La reprogramación del ciclo semafórico que se propone, requiere contemplar la sincronización con semáforos peatonales, de tal forma que el peatón tenga tiempo suficiente para pasar una vía a través de un cruce peatonal. Por lo que se puede decir que el tiempo de verde para el peatón estaría asemejándose con el tiempo en rojo y todo en rojo del semáforo vehicular, es decir 100 segundos.

5.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

Los resultados del ajuste del ciclo semafórico, en base a la metodología definida se muestran a continuación:

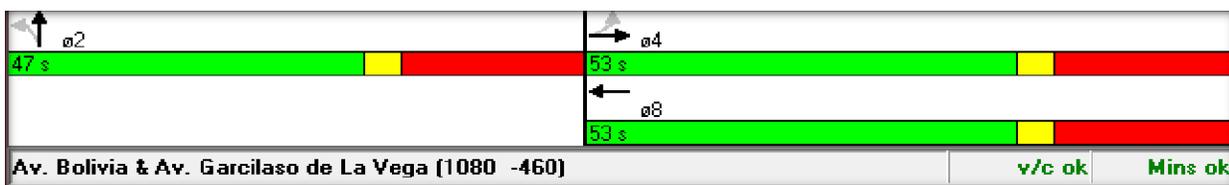


Figura 32: Resultados de la Evaluación Av. Garcilaso de la Vega – Av. Bolivia

Fuente: Modelación Synchro.

En cuanto al ciclo semafórico peatonal sincronizado a la semaforización vehicular se muestra de la siguiente manera:



Figura 33: Resultados de la semaforización peatonal en Av. Garcilaso de la Vega – Av. Bolivia

Fuente: Modelación Synchro.

Los resultados obtenidos a través del Software de Simulación Synchro 8.0, se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 14:
Resultados obtenidos del Software de Simulación Synchro 8.0.

Intersección	v/c	Demora (seg.)	Nivel de Servicio LOS	Capacidad de Reserva ICU
Av. Garcilaso de la Vega – Av. Bolivia	0.84	26.3	C	0.88
Av. Garcilaso de la Vega – Av. Nicolás de Piérola	0.42	26.5	C	0.41
Av. Garcilaso de la Vega – Av. Uruguay	0.46	26.3	C	0.45
Av. Garcilaso de la Vega – Av. Paseo Colón	0.61	33.3	C	0.55

Fuente: Elaboración propia

En base a los cálculos de nivel de servicio efectuados, se observa y se propone que, en este nuevo escenario proyectado, y luego de discutir la propuesta de reprogramación de los semáforos que incluyendo la implementación del todo en rojo, mejora su nivel de servicio pasando a nivel C, como se muestra en el cuadro anterior, debido a la disminución del tiempo de ciclo de 214 a 100 segundos.

VI. CONCLUSIONES

- Que, el mayor volumen de vehículos que transitan por estas intersecciones en estudio durante la hora pico de la mañana, mayormente son autos, que hacen un 87 % del volumen total, y se puede apreciar en la figura N° 12.
- Las intersecciones como Av. Garcilaso de la Vega con Av. Bolivia se encuentran equipada con semáforos, se encuentran en funcionamiento con un tiempo de ciclo de 214 segundos, presentando un nivel de servicio “D”, con demoras de 39.7 segundos, esto se debe al gran número de vehículos que transitan por esta vía llegando a transitar hasta 3,212 vehículos (3,408 UCP) por hora en la intersección principal.
- Reprogramando el ciclo semafórico, con un ciclo de 100 segundos con tiempos de rojo y verde, incluyendo la propuesta de todo en rojo a 15 segundos, tal como se muestra en la figura N° 32, mejorando los tiempos, las demoras disminuyan y el nivel de servicio mejore. Llegándose a uniformizar los niveles de servicio.
- Que las intersecciones presentaban los niveles de servicio “C” y “D”, luego de aplicar la propuesta para mejor uso de la vía todo en rojo, y procesados los datos con el software Synchro 8.0., el nivel de servicio se estandarizo en “C”. disminuyendo el tiempo de ciclo de 214 segundos a 100 segundos. En conclusión, se mejoró el nivel de servicio, pasando al nivel “C”, como se puede apreciar en la tabla N° 14.

- Se tiene que sensibilizar a los peatones y conductores usuarios de las vías en estudio para que respeten la señalización propuesta todo en rojo, indicándoles la preferencia del peatón y la demora del tiempo semafórico, esta debe ser impartida por la Municipalidad Metropolitana de Lima.
- Con este modelamiento puesto en práctica se disminuirá los accidentes de tránsito, y mejora el desplazamiento peatonal en las intersecciones principales de la avenida Inca Garcilaso de la Vega mediante la aplicación del modelo de semaforización vial y peatonal, todo en rojo.
- Mediante la semaforización vial y peatonal, todo en rojo, se mejora el sistema de seguridad vial en las intersecciones principales de la avenida Inca Garcilaso de la Vega.

VII. RECOMENDACIONES

- Sensibilizar al peatón, mediante la intervención de la Municipalidad de Lima, a través del personal del servicio de fiscalización de transporte, repartiendo afiches o volantes sobre el uso de la vía en las intersecciones y la preferencia para cruzar.
- Capacitar al conductor sobre el respecto de las reglas de tránsito, especialmente sobre el uso de la vía en las intersecciones todo en rojo, dándole preferencia al peatón, para cruzar, y hacer el giro con precaución, respetando el color del semáforo todo en rojo que para desplazamiento del peatón.
- Mantener sincronizado en las intersecciones la semaforización todo en rojo, para el cruce peatonal, y periódicamente hacer mantenimiento y calibración, a fin de mantener la fluidez vehicular, y la seguridad peatonal.
- Expandir el sistema a otras vías de la ciudad, previo estudio de tiempos de velocidad y volumen de tránsito, para graduar y calibrar los equipos de semaforización. Y hacer el trabajo de sensibilización al peatón y capacitación al conductor.

VIII. REFERENCIAS

8.1. TEÓRICAS

Carrasco J. y Avendaño G. (2012), Diseño de la red semafórica de la Calle Mariscal La Mar desde la Calle Manuel Vega hasta la Calle Torqui.

Municipalidad de Lima (2014) Informe de puntos negros en la ciudad de Lima Seguridad vial y puntos negros en lima metropolitana, (2012), Municipalidad de Lima (DGTU).

Criterios técnicos para identificación de puntos negros de accidentes de tránsito en la jurisdicción del distrito, (2013), Municipalidad de lima.

8.2. TESIS

Ramírez, G. (2014), Tesis para optar el grado de maestro en Ingeniería de Transporte. UNFV.

8.3. REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

<http://www.circulaseguro.com/tag/puntos-negros/>

http://www.minsa.gob.pe/dgps/doc_2013/instructivos/Criterio%20tecnico%20Puntos%20negros.pdf

<https://es.scribd.com/doc/104443405/Plan-de-Tesis-Modelo>

<https://es.scribd.com/document/50796532/plan-de-tesis>

https://ucontinental.edu.pe/documentos/grados_titulos/2016/manual-de-elaboracion-del-plan-de-tesis.pdf

<https://www.mtc.gob.pe/cnsv/documentos/PlanEstrategico.PDF>

https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/capacita/guia_ptos_negros.pdf

<https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2018/05/Informe-008-2012-DP-AMASPPI-SP.pdf>

<https://larepublica.pe/archivo/342747-las-esquinas-de-la-muerte/>

<https://mus-trujillo.com/wp-content/uploads/2018/08/libro-blanco-Movilidad-Urbana-Seminario-Lima.pdf>

https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/capacita/guia_ptos_negros.pdf

<https://gestion.pe/economia/antiguedad-parque-transporte-publico-lima-callao-12-5-años-244201-noticia/>

[https://books.google.com.pe/books?id=9e1TDwAAQBAJ&pg=PA13&lpg=PA13&dq=c\)+La+demanda+de+transporte+est%C3%A1+localizada+en+el+espacio:+para+abordar+este+problema,+el+enfoque+m%C3%A1s+com%C3%BAn+consiste+en+dividir+el+%C3%A1rea+de+estudio+en+zonas+y+definir](https://books.google.com.pe/books?id=9e1TDwAAQBAJ&pg=PA13&lpg=PA13&dq=c)+La+demanda+de+transporte+est%C3%A1+localizada+en+el+espacio:+para+abordar+este+problema,+el+enfoque+m%C3%A1s+com%C3%BAn+consiste+en+dividir+el+%C3%A1rea+de+estudio+en+zonas+y+definir)

https://www.academia.edu/40113063/Ingenier%C3%ADa_de_Tr%C3%A1nsito_Fundamentos_y_Aplicaciones_8a._Edici%C3%B3n_-_Rafael_Cal_y_Mayor_R._James_C%C3%A1rdenas_G

<https://civilgeeks.com/2018/06/06/libro-de-ingenieria-de-transito-sergio-j-navarro/>

https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/report/web_version_es.pdf?ua=1

https://www.academia.edu/36103416/Gu%C3%ADa_Tr%C3%A1fico_software_f%C3%A1cil_de_Se%CB1al_Synchro_Studio_8_Synchro_m%C3%A1s_SimTraffic_y_3D_Viewer .

http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3730.pdf

